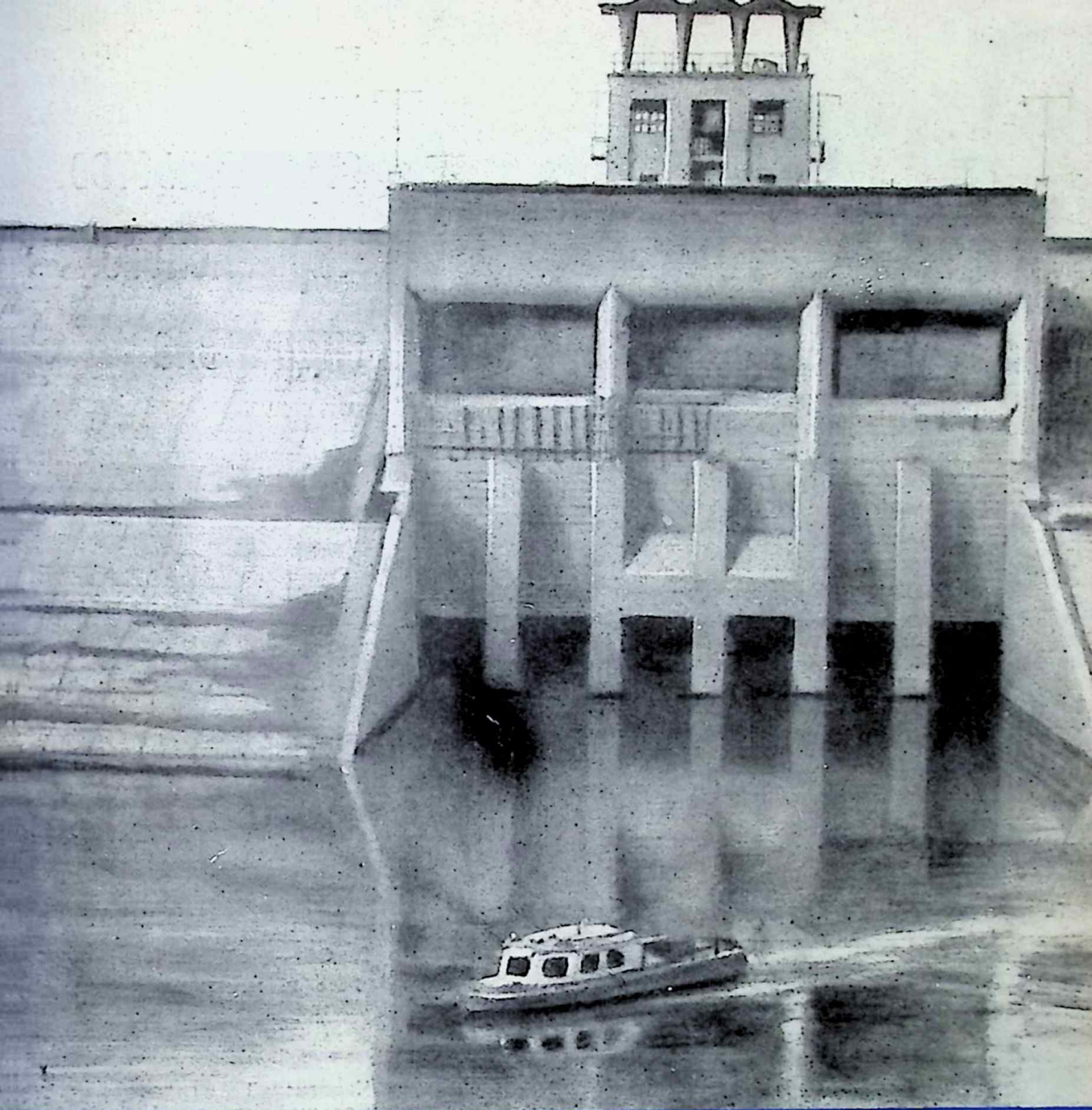
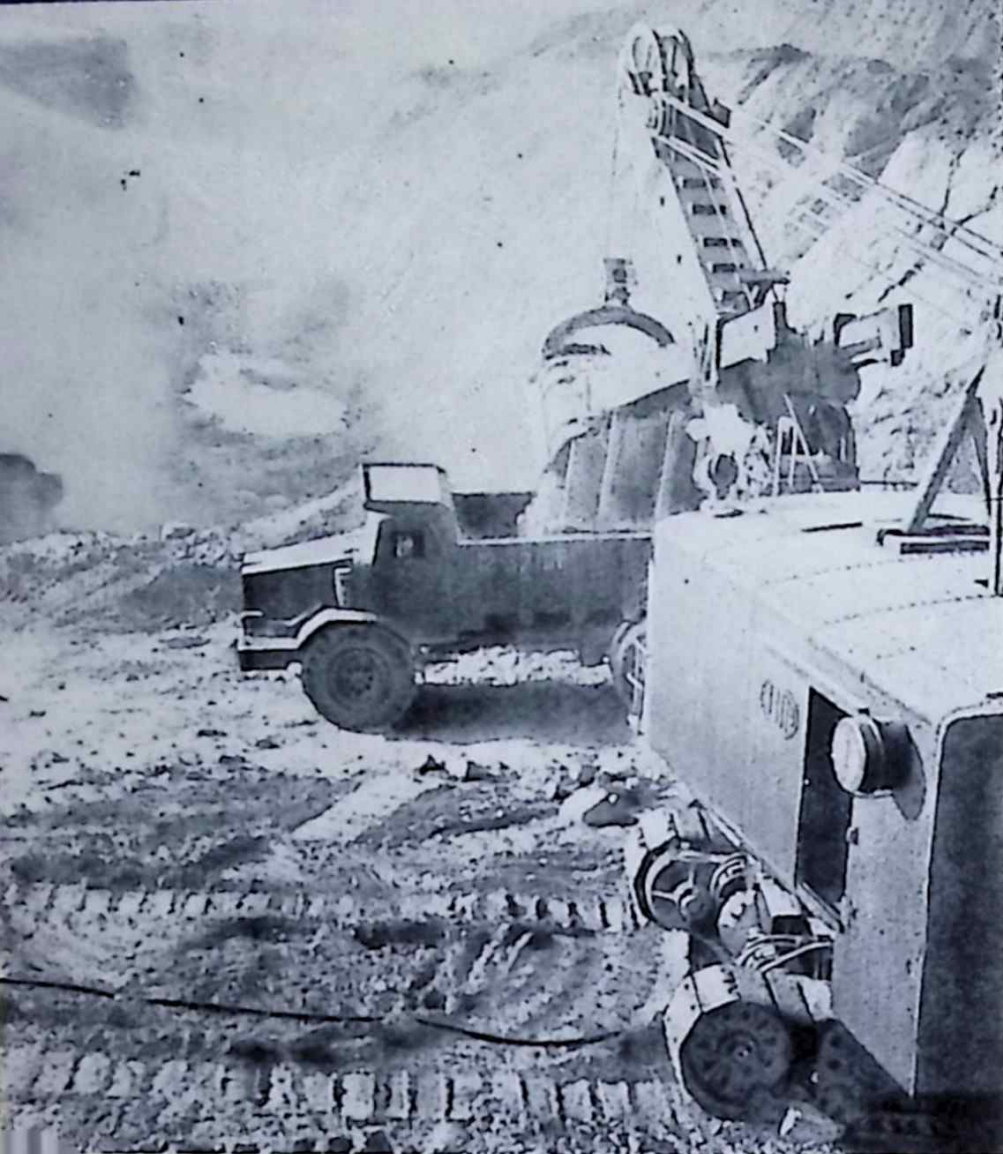




ГИДРОТЕХНИКА И МЕЛИОРАЦИЯ

1966
ЧАСТЬ

3



На строительстве Чарвакского гидроузла

1. Строительство нового русла
р. Чирчик



2. Обводной тоннель гидроузла
Фото Г. И. ПУНА

Чарвакский гидроузел самый большой на р. Чирчик. После возведения 150-метровой плотины образуется водохранилище емкостью 1,5 млрд. м³, из которого будет орошено 240 тыс. новых земель. Мощность Чарвакской ГЭС 600 тыс. квт.

■
На первой странице обложки
водосброс Туя-Бугузской плотины
(Узбекская ССР)

ГИДРОТЕХНИКА И МЕЛИОРАЦИЯ

ГОДИЗДАНИЯХVII

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ
МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
И МИНИСТЕРСТВА МЕЛИОРАЦИИ
И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

3
МАРТ
1966

Чл.-корр. ВАСХНИЛ Н. И. СМЕРНОВ

626.86 : 631.615

ОСОБЕННОСТИ МЕЛИОРАЦИЙ ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ СССР

■ НЕЧЕРНОЗЕМНАЯ зона занимает обширную территорию на севере и северо-западе нашей страны, превышающую 10 млн. км², из которых 2,6 млн. км² приходится на европейскую часть. В состав ее входят Белорусская, Литовская, Латвийская, Эстонская ССР, северо-западная часть Украины, 28 областей и автономных республик европейской части Российской Федерации, а также северные области Урала, Сибири и Дальнего Востока.

Это наиболее развитые в промышленном отношении районы Советского Союза и в то же время крупнейшие производители сельскохозяйственной продукции.

На обширной территории нечерноземной зоны

природно-климатические и производственно-хозяйственные условия весьма различны, что необходимо учитывать при решении всех вопросов, связанных с развитием здесь сельскохозяйственного производства.

Химизация и комплексная механизация сельского хозяйства — основы его интенсификации и развития — не могут эффективно осуществляться в нечерноземной зоне без создания при помощи мелиораций необхо-

димых условий. В этом заключается отличие нечерноземной зоны от других природно-экономических районов страны, где условия для интенсификации сельского хозяйства имеются в наличии.

В нечерноземной зоне СССР в настоящее время располагаются 25% посевных площадей страны и 18% лугопастбищных угодий. Здесь получают 22% валового сбора зерна, 60% картофеля, 35% овощей, почти 100% льноволокна и конопли, 45% молока и 35% мяса, производимых в Советском Союзе. В дальнейшем роль нечерноземной зоны в производстве сельскохозяйственных продуктов, особенно зерна, молока и мяса, должна резко возрасти.

Для решения этой задачи нечерноземная зона имеет большие возможности, вытекающие из ряда благоприятных природно-экономических условий для развития сельского хозяйства. В нечерноземной зоне успешно произрастают почти все сельскохозяйственные культуры, за исключением самых теплолюбивых, причем они могут давать гораздо более устойчивые урожаи, чем в южных районах страны.

Наряду с этим нечерноземная зона имеет и ряд неблагоприятных природных и хозяйственных условий. К ним относятся:

- низкое естественное плодородие широко распространенных здесь подзолистых, бедных гумусом, почв;
 - крайне неудовлетворительное мелиоративное состояние большей части сельскохозяйственных угодий, весьма затрудняющее применение на полевых работах современной машинной техники;
 - сильная заболоченность и переувлажненность значительной части пахотных земель и сенокосных угодий, что вызывает необходимость применения осушительных мелиораций;
 - недостаток тепла, необходимого для испарения избыточной воды;
 - засоренность сельскохозяйственных угодий в ряде районов камнями;
 - закустаренность и заkochкаренность значительной части сельскохозяйственных земель, особенно лугов и пастбищ;
 - повышенная кислотность подзолистых и торфяных почв, требующих систематического известкования;
 - раздробленность сельскохозяйственных угодий на мелкие и мельчайшие участки, что препятствует производительному использованию на сельскохозяйственных работах современной машинной техники и др.
- Все эти особенности природно-хозяйственных условий определяют направленность системы ведения хозяйства и системы земледелия, которые имеют здесь явно выраженный мелиоративный характер. Дальнейшее развитие сельского хозяйства в нечерноземной зоне должно быть основано на осуществлении гидромелиоративных, культуртехнических, агро-мелиоративных и агротехнических мероприятий, обеспечивающих коренное улучшение сельскохозяйственных земель и повышение плодородия почв.

Устранение средствами комплексного мелиоративного воздействия всех перечисленных выше неблагоприятных факторов создает объективные условия для быстрого развития сельского хозяйства зоны. Поэтому мелиорации в нечерноземной зоне являются обязательным звеном интенсификации земледелия. Они повышают плодородие земель, в результате чего все затраты труда и средств на получение сельскохозяйственной продукции становятся более эффективными, повышается урожайность сельскохозяйственных культур, улучшаются условия работы машин и орудий. Это снижает себестоимость механизированных работ и позволяет повысить уровень механизации.

В сельскохозяйственный оборот вовлекаются потенциально плодородные земли мелиоративного фонда. Это дает возможность отказаться от сельскохозяйственного использования части малоплодородных, мелкоконтурных, удаленных от хозяйственных центров и неудобных земель. Таким образом достигается высокая интенсификация сельскохозяйственного производства, повышается культура земледелия.

Рассматривая мелиоративные особенности нечерноземной зоны, на первый план несомненно следует выдвинуть задачу регулирования водного и теплового режимов почв и устранения периодического и постоянного избыточного увлажнения и заболачивания почв на значительных площадях.

Общая площадь избыточно увлажненных и заболоченных земель в нечерноземной зоне, нуждающихся в осушении, составляет около 20 млн. га.

В Белорусской ССР покрыто болотами 7 млн. га земель, в Латвийской ССР заболочено 67% пахотных угодий, 90% площади лугов и 70% пастбищ. Аналогичное положение в Эстонии и в Литве.

В нечерноземной зоне насчитывается 42,8 млн. га пойменных земель, из которых 33 млн. га занято природными сенокосами и пастбищами, значительная часть которых заболочена. На огромной площади болот и заболоченных земель в нечерноземной зоне на долю переходных и низинных болот, особенно ценных для сельского хозяйства, приходится 78 млн. га.

По данным ЦСУ СССР, из 8,1 млн. га земель с осушительной сетью более 4,4 млн. га нуждаются в повторном осушении и переустройстве. Эти цифры говорят о масштабах задач, стоящих перед страной в области осушительных мелиораций. Гидротехнические мелиорации, регулирование водного режима на переувлажненных землях — первоочередная задача. Все другие виды мелиораций — культуртехнические, агро-мелиоративные и агротехнические, химические, тепловые, биологические возможны только после удаления из почвы избыточных вод.

Без отрегулирования водного режима агротехнические меры (введение севооборотов, внесение удобрений, использование сортовых семян, обработка почвы и др.) не дают и не могут дать должного хозяйственно-экономического эффекта.

И наоборот, при отрегулированном водном режиме эффективность всех этих мероприятий резко повышается.

Таким образом, осушительные мелиорации являются важной и неотъемлемой технической основой ведения хозяйства и системы земледелия в нечерноземной зоне.

В нечерноземной зоне, как известно, преобладают подзолистые почвы, характеризующиеся малым содержанием органического вещества, значительной обедненностью минеральной части в верхнем почвенном слое и как следствие — пониженным естественным плодородием. В то же время их повышенная увлажненность является очень важным положительным свойством. Другая положительная особенность подзолистых почв — их сравнительно легкая податливость к окультуриванию при воздействии различных агротехнических и мелиоративных мероприятий.

Перестройка природы подзолистых почв, коренное улучшение и повышение их плодородия могут быть достигнуты применением комплекса мелиораций, важную роль в котором играют культуртехнические и агро-мелиоративные мероприятия, в частности обогащение почвы перегноем («гумусная» мелиорация), углубление пахотного слоя, известкование почв с повышенной кислотностью и др.

При практическом осуществлении «гумусной» мелиорации в нечерноземной зоне особенно большое значение имеют огромные запасы торфа, из которого готовятся торфяные удобрения и компосты. Торфо-минеральные и торфо-минерально-аммиачные удобрения и торфяной навоз должны применяться в гораздо больших количествах, чем в настоящее время. Большой практический интерес может представлять также использование в качестве органических удобрений так называемых сапропелей, залежи которых в болотах и озерах нечерноземной зоны огромны и пока совершенно не используются.

Мозаичное чередование лесных массивов с пашнями, лугами и заболоченными понижениями, разобщенность и раздробленность сельскохозяйственных угодий на мелкие участки составляют характерную особенность ландшафта нечерноземной зоны.

При этом в южных и юго-восточных областях пашня разделяется на отдельные участки с вкрапленными в нее небольшими пятнами других угодий; в северных и северо-западных областях пашня сама размещается в виде небольших участков среди крупных массивов других угодий — лесов, выгонов и др. Значительная часть пашни и сенокосов в колхозах и совхозах нечерноземной зоны состоит из участков размером от 0,5 до 3 га.

Разобщенность сельскохозяйственных угодий и раздробленность пашни и сенокосов на мелкие участки ограничивают применение на полях современной машинной техники и снижают производительность мощных тракторов, комбайнов и других машин.

Практика показала, что стоимость тракторных работ и производительность тракторного парка при прочих равных условиях определяются длиной гона при обработке полей. Так, производительность трактора ДТ-54 при вспашке плугом П5-35М при увеличении длины гона со 100 до 200 м увеличивается на 69%, а при увеличении гона до 500 м — на 134%. Стоимость пахоты соответственно снижается на 40 и 58%.

Задачу укрупнения угодий и ликвидации мелкоконтурности и раздробленности сельскохозяйственных земель на очень большой территории нечерноземной зоны можно успешно решить только при обязательном сочетании осушительных мелиораций с культуртехническими мероприятиями.

На значительной части территории нечерноземной зоны имеется большое количество валунов. По имеющимся данным, общая площадь земель, нуждающихся в очистке от камня, исчисляется в 10—11 млн. га.

Засоренность сельскохозяйственных угодий камнем вызывает преждевременный износ и порчу сельскохозяйственной техники, резко увеличивая затраты на ремонт и запасные части и мешает производительному ее использованию на полевых работах, снижает качество полевых работ, влечет за собой образование огрехов и распространение сорняков. Засоренность сельскохозяйственных угодий камнем, требующим уборки, — характерная особенность зоны. Это же самое можно сказать и в отношении распространенной здесь залесенности и закустаренности значительных площадей пашни и особенно природных кормовых угодий.

Площадь сельскохозяйственных земель, заросших кустарником и мелколесьем, в нечерноземной зоне составляет до 30 млн. га.

Отмеченные основные недостатки природных условий в значительной части могут быть устранены мелиоративными мероприятиями, среди которых особое значение имеет осушение заболоченных земель.

Таким образом, особенностью мелиораций нечерноземной зоны является их комплексный характер — сочетание осушительных мелиора-

ций с культуртехническими и агромелиоративными мероприятиями, а в ряде районов и с ирригационным строительством.

Правильное определение комплекса необходимых мелиораций на данной территории, установление очередности и последовательности в их выполнении является наиболее ответственным звеном в деле развития сельского хозяйства в нечерноземной зоне. Оно потребует мелиоративного районирования этой зоны и составления генерального плана сельскохозяйственных мелиораций.

По условиям развития сельского хозяйства и как объект мелиорации европейскую часть нечерноземной зоны можно разделить на три подзоны: северную, западную и центральную.

В северную подзону входят: Мурманская, Архангельская, Вологодская области, Карельская и Коми АССР. Здесь сельское хозяйство не имеет большого значения (за исключением Вологодской области). Площадь сельскохозяйственных угодий составляет незначительную часть территории. Ведущее место в экономике этой подзоны занимают лесная и горнодобывающая промышленность. Освоение огромных пространств, земель мелиоративного фонда — дело отдаленного будущего. В настоящее время актуальное значение имеет мелиорация лугов.

Западная подзона — основной район мелиорации в нечерноземной зоне. Она включает Ленинградскую, Псковскую, Новгородскую, Калининградскую области РСФСР, Эстонскую, Латвийскую, Литовскую и Белорусскую ССР и северо-западную часть Украинской ССР. Главные объекты мелиорации — избыточно увлажненные сельскохозяйственные угодья и болота; основное направление мелиораций — осушение этих земель.

Большие пространства заболоченных земель, не пригодных без осушения под распахку, определяют высокий удельный вес лугов и пастбищ в составе сельскохозяйственных угодий. Это является предпосылкой для более значительного развития животноводства (преимущественно молочного) по сравнению с земледелием. Однако качество этих мелиоративно неустроенных сенокосов и пастбищ плохое, и это тормозит интенсификацию сельскохозяйственного производства. Мелиоративный фонд подзоны составляет более 20 млн. га.

Центральная подзона нечерноземной зоны занимает области промышленного Центра, Волго-Вятского экономического района и северной части Урала. Район этот отличается более благоприятными условиями увлажнения, чем западная подзона. Однако здесь имеются обширные массивы заболоченных лугопастбищных угодий в поймах рек на водоразделах, а также кратковременно избыточно увлажненных пахотных земель тяжелого механического состава.

Сельскохозяйственная освоенность территории, а также роль и значение сельского хозяйства в народном хозяйстве подрайона значительны (особенно в связи с наличием крупной промышленности). Соответственно увеличивается и роль мелиораций. Для района характерно увеличение удельного веса низинных болот в общей их площади. Одним из крупных объектов осушительных мелиораций в этой зоне является Мещерская низменность (площадь ее более 2 млн. га).

Из-за мелиоративной неустроенности сельскохозяйственных угодий колхозы и совхозы нечерноземной зоны несут огромные убытки вследствие частичной потери урожая и увеличения затрат на возделывание культур. Если не будут проведены мелиоративные мероприятия, эти потери возрастут: мелиоративное состояние сельскохозяйственных угодий из года в год ухудшается.

За годы Отечественной войны и в послевоенный период в нечерноземной зоне процессы вторичного залесения и заболачивания усилились и из сельскохозяйственного использования выпали значительные площади. Так, только по Северо-Западной зоне из фактически используемых ежегодно выпадает в среднем около 2,5% сельскохозяйственных угодий, или около 250 тыс. га.

Вторичному заболачиванию способствовала общая недооценка значения мелиораций в этой зоне, отсутствие надлежащего ухода за осушительными системами, а также их моральный износ.

Подавляющая часть осушительных систем (свыше 58%¹ их числа) требует мероприятий по реконструкции и восстановлению. Мелиорированные земли используются в основном экстенсивно. Примерно 20% площади мелиорированных земель в сельском хозяйстве совершенно не используется, и значительная часть используемых земель (около 50%) приходится на малопродуктивные естественные сенокосы и пастбища.

Значительный вред сельскому хозяйству в нечерноземной зоне принесли также надуманные предложения по вопросам системы ведения хозяйства и пропашной системы земледелия с повсеместным принудительным внедрением таких культур, как кукуруза, сахарная свекла, кормовые бобы, для возделывания которых природные условия в этой зоне неблагоприятны, огульное охаивание трав и лугопастбищного хозяйства, непонимание мелиоративной направленности земледелия и ряд других причин.

Совершенно очевидно, что для того, чтобы предотвратить дальнейшее развитие процессов вторичного залесения и заболачивания, необходимо разумно и ускоренными темпами проводить мелиоративные мероприятия во всем их широком комплексе.

Большое значение в нечерноземной зоне имеет мелиорация сенокосов и пастбищ. Опыт передовых колхозов и совхозов показывает, что в условиях зоны долготлетние культурные сеяные пастбища и сенокосы, созданные при помощи мелиораций на месте выродившихся закустаренных кормовых угодий, дают при регулярном уходе 3—5 и более тыс. кормовых единиц с 1 га, то есть в 10—12 раз больше, чем обычные кормовые угодья при низкой себестоимости кормов.

Задача максимального расширения мелиоративных и агрохозяйственных мероприятий по закладке долготлетних культурных пастбищ является первоочередной из числа всех намеченных здесь работ по преобразованию и коренному улучшению природно-хозяйственных условий. Во многих случаях эффективными являются и приемы поверхностного улучшения лугов и пастбищ (уничтожение древесно-кустарниковой растительности, срезка кочек, уборка камня, подсев трав, внесение удобрений и т. д.).

Практика показала, что когда мелиоративные системы отвечают современным требованиям и содержатся в исправном состоянии, а мелиорированные земли используются интенсивно, при соблюдении требований высокой агротехники, мелиорация дает большой экономический эффект. В подтверждение этого можно привести многочисленные данные из опыта передовых колхозов и совхозов, а также из опыта научных учреждений.

Однако на значительной части объектов мелиорации не дают должного эффекта. Причин к этому много, основными из них являются: — недостаточно обоснованный выбор объектов мелиорации, в результате чего работы нередко проводятся на участках низкого потенциального плодородия и в хозяйствах, не имеющих возможности обеспечить проектный уровень ведения производства;

- некомплексное проведение мелиоративных работ и разрыв между осушением и освоением мелиорируемых земель;
- плохое качество работ;
- плохой уход за осушительной сетью;
- нехватка органических и минеральных удобрений;
- низкий уровень агротехники;
- недостатки в проектировании и строительстве осушительных систем.

Устранение этих причин, несомненно, приведет к резкому повышению эффективности мелиораций.

Анализ современного состояния и перспектив развития сельского хозяйства нечерноземной зоны позволяет наметить основное направление мелиораций на ближайшие годы и на более отдаленную перспективу.

Основной задачей мелиораций в нечерноземной зоне следует считать создание наиболее благоприятных условий для последовательной интенсификации земледелия, его химизации, комплексной механизации и на этой основе — резкого увеличения производства сельскохозяйственных продуктов при наибольшей отдаче на каждый вложенный рубль капитальных затрат.

В этой связи государственные средства, выделяемые на мелиоративное строительство, должны быть направлены как на ввод новых площадей (в Белоруссии, Прибалтийских республиках), так и преимущественно на мелиоративное устройство существующих сельскохозяйственных угодий, причем они не должны распыляться на большое число объектов.

Нужно прямо сказать, что по этому вопросу планирующие органы долгое время занимали диаметрально противоположную точку зрения, выделяя средства на мелиоративное строительство главным образом с расчетом на ввод новых площадей, в то время как существующие сельскохозяйственные угодья оставались из года в год в мелиоративно неустроенном состоянии. Все случаи нового освоения должны быть тщательно экономически обоснованы. Не вызывают возражения с этой точки зрения ликвидация разбросанности сельскохозяйственных угодий и их мелкоконтурности, создание и расширение высокоинтенсивных пригородных хозяйств, компенсация площадей, выбывающих в результате промышленного и гражданского строительства, комплексное освоение болот в целях добычи торфа для сельского хозяйства.

Мелиорацию пахотных земель необходимо проводить особенно тщательно. Земли должны быть не только осушены, но поверхность их выровнена, пахотный слой на всю глубину очищен от камня. Мелиорируемые площади в нужных случаях должны быть известкованы и на них внесены органические удобрения. Участкам обработки должна быть придана по возможности правильная конфигурация и крупные размеры. Без выполнения этих условий мелиоративные работы не дадут должного эффекта.

При расчистке сенокосов и пастбищ от кустарника большое применение должны получить химические средства — арборициды, вносимые как опрыскиванием с воздуха, так и наземно. Этот способ уничтожения кустарниковой растительности является основным при проведении простейших мероприятий по улучшению естественных кормовых угодий. Расчистку лугов в этом случае можно делать без нарушения дернины, при небольших затратах средств и малой трудоемкости. При проведении коренных улучшений применение арборицидов резко сокращает порчу гумусового слоя.

Механический способ ликвидации древесно-кустарниковой растительности следует применять при ускоренном проведении мелиоративных мероприятий для улучшения лугов, создания культурных пастбищ и освоения земель под пашню. Эту работу можно выполнить за один сезон, чего нельзя достигнуть при использовании химических средств.

Запашку кустарника нельзя рекомендовать повсеместно для всех почв. Химические методы борьбы с древесной растительностью в ряде случаев более эффективны. Запашку кустарника целесообразно производить лишь на торфяных почвах, а на минеральных — лишь в случае, когда кустарник мелкий, а гумусный слой достаточно мощный. Во всех остальных случаях запашка приводит к выпахиванию подзола, к плохой заделке древесины и очень серьезной порче и даже выпадению из сельскохозяйственного оборота земельных участков.

В целях получения высокого и устойчивого эффекта от мелиораций необходимо резко улучшить эксплуатацию осушительных систем и использование мелиорированных земель, повысив ответственность землепользователей за состояние мелиоративных систем.

Необходимо также реконструкцию существующих осушительных систем проводить более ускоренными темпами, решительно отказываясь от технически устарелых и пришедших в негодность систем и заменяя их современными, технически совершенными конструкциями. В частности, почти повсеместно распространенное осушение пахотных земель и пастбищ открытой сетью следует заменять более совершенным закрытым дренажем.

Особое внимание должно быть уделено мелиорации земель вокруг крупных городов и промышленных центров, где она имеет комплексное значение. Мелиорация позволит здесь увеличить производство овощей, яиц, цельного молока и других продуктов, в непосредственной близости от мест их потребления и, с другой стороны, оздоровит местность и улучшит микроклимат пригородов.

Решая с помощью мелиораций задачу достижения определенного высокого уровня сельскохозяйственного производства, развитие мелиорации следует планировать так, чтобы в первую очередь мелиорировать объекты, лучшие как по плодородию, так и по расположению, позволяющие получать большее количество продукции при меньшей ее стоимости в пунктах потребления.

Следует отметить, что научно-исследовательскими организациями, например СевНИИГиМом, разработана методика научно-экономического обоснования выбора первоочередных объектов мелиорации. Для этого служит расчет эффективности капиталовложений в мелиорации на различных категориях земель мелиоративного фонда и сравнение этих показателей с нормативными. Этот метод применим как для целых экономических районов, так и для отдельных хозяйств. Он позволяет на каждом этапе отобрать из общей огромной площади земель мелиоративного фонда для первоочередного выполнения мелиораций наиболее экономически эффективные объекты и на этой основе экономически обоснованно определять направление и перспективы развития мелиораций.

Характерные для нечерноземной зоны разнообразие почв и раздробленность сельскохозяйственных угодий вызывают необходимость устранения пестроты почвенного покрова и сведения пашен и культурных лугов в крупные массивы.

Учитывая трудности решения этой проблемы, на ближайшее пятилетие следует поставить задачу не полной ликвидации, а лишь возможного уменьшения пестроты почв и раздробленности угодий особен-

но пашни) путем организации мелиоративных работ, направленных прежде всего на ликвидацию внутриполевых и межполевых необрабатываемых участков (пятен, полос).

Наконец, при решении вопросов развития мелиораций в нечерноземной зоне важное значение имеют известкование кислых почв и осуществление «гумусной» мелиорации подзолистых почв, бедных органическими веществами.

Известкование нейтрализует кислотность почв и усиливает мобилизацию питательных веществ из ее запасов и действие вносимых органических и минеральных удобрений. Известкование повышает эффективность минеральных удобрений; особенно значительно его влияние на фосфорное питание растений.

«Гумусная» мелиорация не только обогащает подзолистые почвы органическими веществами (навозом, торфяными удобрениями и компостами, сапропелями и др.), но и закрепляет положительные агрофизические свойства подзолистых почв, создаваемые комплексом мелиоративных мероприятий и агротехнических приемов обработки.

Какие способы осушения земель наиболее рациональны?

Как уже говорилось, в условиях нечерноземной зоны значительная часть сельскохозяйственных земель испытывает постоянное или периодическое переувлажнение.

При выборе метода и способов улучшения водного режима почвы должен учитываться, конечно, целый комплекс факторов и, главное, — причины заболачивания земель и предполагаемый характер сельскохозяйственного использования их после выполнения мелиоративных работ.

Основными способами осушения заболоченных площадей являются осушение открытой сетью каналов и закрытым дренажем. Оба способа осушения следует применять в сочетании с соответствующими агро-мелиоративными мероприятиями и агро-мелиоративными приемами обработки почвы, с учетом характера использования мелиорированных земель, а земли в поймах рек следует, конечно, отводить в первую очередь под сенокосы и пастбища, а в отдельных случаях — под овощные культуры. Здесь для выращивания других культур, например озимых и пропашных, потребовалось бы выполнение специальных, более дорогостоящих мероприятий, а этого нужно избегать.

В связи с предстоящим развитием мелиоративных работ правильный выбор объектов мелиорации, способов осушения, проведения проектно-изыскательских и строительных работ приобретает особенно важное значение.

Так, болота и минеральные заболоченные земли Прибалтики и Центрального района технически и экономически целесообразнее осушать преимущественно закрытыми дренажными системами, а в северных областях (Архангельская, Вологодская) и в Приуралье (Кировская область, Удмуртская АССР) с хорошо выраженным молочно-животноводческим направлением хозяйства в течение ближайших 20—25 лет можно осушать и открытыми каналами.

При выборе способа осушения сенокосно-пастбищных угодий приходится учитывать не только требования культур к водно-воздушному режиму, но и особенности эксплуатации осушенных площадей. Например, для использования культурных пастбищ в периоды осенних затяжных дождей здесь оказывается рациональным применение и наиболее интенсивных способов осушения — таких, как частый закрытый дренаж.

При любом способе осушения для обеспечения нормальной работы осушительной системы необходимо иметь отрегулированный водоприемник, режим уровней воды в котором не затрудняет своевременного от-

вода избыточных вод с осушаемой территории. При этом во многих случаях естественный режим водоприемника неудовлетворителен и необходимо его искусственное регулирование. Но учитывая, что общее количество атмосферных осадков в нечерноземной зоне не является избыточным для использования их сельскохозяйственными культурами, и заболачивание почвы нередко происходит лишь в отдельные периоды на пахотных участках территории, это регулирование не должно ограничиваться увеличением пропускной способности водоприемников только в целях ускорения сброса воды во время паводка за пределы осушаемой территории. Необходимо также, где это возможно, задерживать паводковые воды в водохранилищах, созданных в пределах данного водосбора, чтобы использовать их затем для увлажнения мелиорируемой территории в засушливое время. Нет необходимости также во всех случаях стремиться к снижению уровня воды в крупных водоприемниках, озерах, больших реках и водохранилищах. Во многих случаях может оказаться более целесообразным устройство осушительных систем с механическим водоподъемом без проведения дорогостоящих работ по снижению уровня воды в крупных водоемах. Современные технические средства позволяют осуществлять такие мероприятия.

Осушение сельскохозяйственных земель до настоящего времени в большинстве областей нечерноземной зоны проводилось преимущественно открытыми каналами и сводилось к отводу воды с осушаемого участка. Однако открытая осушительная сеть, рассчитанная на отвод воды из почвы, не обеспечивает регулирования водного режима почвы и, следовательно, не отвечает в полной мере требованиям возделываемых культур.

Учитывая также трудности механизированной обработки пахотных угодий, осушенных открытыми каналами, в настоящее время все больше стали осушать их закрытым дренажем. Открытые же осушительные системы применяют при мелиорации естественных сенокосов и пастбищ на слабоводопроницаемых почвах.

Если говорить в более общей форме, то осушительные системы с открытыми каналами целесообразно применять:

- на болотах и заболоченных минеральных землях тяжелого механического состава с преобладанием атмосферного водного питания;
- в стадии предварительного осушения торфяных болот всех типов водного питания, для сбросов-вековых запасов воды и для общей осадки уплотнения торфяной залежи;
- при улучшении естественных сенокосов на поймах с аллювиальными минеральными почвами для ускорения стока паводковых вод.

Можно допустить, что открытые осушительные системы в нужном сочетании с агромелиоративными мероприятиями еще долгое время сохраняют свое значение, так как наряду с невысокой строительной стоимостью такие системы при современных средствах механизации легко выполнимы в любых природных условиях.

Регулирование водного режима временно избыточно увлажненных почв в отличие от одностороннего сброса воды должно заключаться в накоплении влаги в почве, но без вредного переувлажнения пахотного слоя, и в отводе действительных излишков воды, которая не может быть аккумулирована в верхнем слое почвы. По требованиям механизации сельскохозяйственных работ открытая осушительная сеть должна быть возможно более редкой. Реализация этих требований осуществляется полнее при включении в осушительные мелиорации дополнительного звена — агромелиоративных мероприятий, с помощью которых

можно использовать более редкую сеть каналов и осуществлять частичное регулирование водно-воздушного режима почв.

По характеру своего действия на водный режим они подразделяются на:

- мероприятия, способствующие отводу воды с поверхности и из пахотного слоя, — узкозагонная вспашка вдоль склона, профилирование поверхности поля, выборочное бороздование и т. д.;

- мероприятия, увеличивающие накопление воды в почве, — увеличение мощности пахотного, рыхление подпахотного слоя и др.;

- мероприятия, одновременно повышающие влагоемкость подпахотного слоя и отводящие избыток воды (кротование и др.).

Агромелиоративные мероприятия обычно применяются на фоне осушительных систем (чаще разреженных каналов), а в отдельных случаях — без применения систематической осушительной сети при кратковременном переувлажнении почвы.

Узкозагонная вспашка вдоль склона на временно избыточно увлажненных минеральных землях — наиболее массовый эффективный агро-мелиоративный прием. Применяется такая вспашка обычно в сочетании с кротованием или углублением пахотного слоя.

Следует иметь в виду, что агро-мелиоративные мероприятия эффективны при использовании их не только в комплексе с открытыми каналами, но и при осушении закрытым дренажем, особенно на тяжелых почвах со слабой фильтрующей способностью.

По многолетним данным, агро-мелиоративные мероприятия повышают урожайность на 20—40%, а в отдельные годы — на 60—80%. Затраты на их проведение невелики и обычно не превышают 7—8 рублей на гектар. Стоимость же получаемой в результате их применения дополнительной продукции составляет в среднем 60—70 руб., то есть превышает затраты примерно в 10 раз, а при возделывании овощей, картофеля — еще больше. Применение агро-мелиоративных мероприятий во многих случаях позволяет на 25—40% снизить капиталовложения в мелиорацию.

Осушение закрытым дренажем — наиболее совершенный способ мелиорации, имеющий ряд общепризнанных преимуществ перед осушением открытыми каналами:

- осушаемый массив не разделяется каналами на отдельные, сравнительно небольшие участки;

- площадь участков между открытыми коллекторами достигает 10—50 га, благодаря чему не ограничиваются возможности применения и рационального использования на полевых работах современной машинной техники;

- не теряется площадь под канавами и кавальерами, занимающими от 3 до 10% площади всего массива;

- не создается очагов сорной растительности, образующихся вдоль открытых канав.

Правильно заложенные дренажные системы долговечны и просты в эксплуатации. Площади, осушенные закрытым дренажем, быстрее просыхают весной; сельскохозяйственные работы на них обычно начинаются на 5—10 дней раньше, чем на площадях, осушенных открытыми каналами.

Эти преимущества особенно ощутимы в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства, расширения посевов пропашных культур и повышения общей культуры земледелия.

При дренировании площадей с тяжелыми слабоводопроницаемыми почвами непременно должны быть мероприятия по окультуриванию

и углублению пахотного слоя. Эти мероприятия играют важную роль в агротехнике при любых почвах, а на участках с тяжелыми почвами они необходимы и для улучшения действия дренажа.

Улучшению регулирования водного режима сильно способствует систематическое кротование почвы, производимое через каждые 1—2 года в зависимости от устойчивости кротовин. Кротование производят по наибольшему уклону поперек дрен через 1—2 м.

Исследования ряда научных и опытных учреждений показали, что при наличии частой сети кротовин можно значительно увеличить расстояния между дренами. Водный режим на кротованных площадях с закрытым дренажем при расстоянии между дренами 40 м был не менее благоприятным, чем при расстояниях 20 и 15 м; урожай сельскохозяйственных культур был одинаковым.

Для ускорения отвода воды из пахотного слоя дрена в тяжелых почвах должны иметь засыпку повышенной водопроницаемости. В этих целях оказывается рациональным использовать в качестве засыпки верхний гумусированный слой почвы, обладающий повышенной фильтрационной способностью.

В последнее время ряд научно-исследовательских и производственных организаций настойчиво выдвигает вопрос об интенсивности осушения переувлажненных земель. Действующие нормы проектирования закрытого дренажа, составленные для более экстенсивного ведения хозяйства, являются, по их мнению, устаревшими и требуют коренного изменения в сторону увеличения интенсивности осушения. Особенно это касается пахотных земель, где требуется создание условий, обеспечивающих применение комплексной механизации всех полевых работ при любых климатических условиях.

В целях повышения интенсивности осушения на минеральных почвах предполагается уменьшать расстояния между дренами и увеличивать глубину их закладки. Вместо мелкого разреженного дренажа будет проектироваться частый систематический среднеглубокий и глубокий дренаж применительно к местным природным условиям. Рекомендуются также в сочетании с систематическим дренажем применять агромелиоративные мероприятия, направленные на увеличение влагоемкости почвы и на ускорение поверхностного и внутрипочвенного стока, а также планировку поверхности осушаемых площадей и др.

В связи с этим объем удельных капитальных вложений в мелиорацию земель, конечно, значительно возрастает и задача снижения строительной стоимости дренажа станет еще более актуальной.

На строительство закрытых дренажных систем затрачиваются значительные средства — 300—500 руб. на 1 га. Такие большие капиталовложения окупаются сравнительно быстро только при интенсивном использовании мелиорированных земель. Например, в условиях ленинградских пригородных овощеводческих хозяйств эти затраты часто окупаются в один год.

Снижение стоимости устройства закрытого дренажа может быть достигнуто за счет дальнейшей механизации строительных работ, применения бестраншейной укладки дренажных труб машинами и использования труб из пластмассовых материалов.

Следует подчеркнуть особое значение качества строительных работ. Обследование большого количества недавно построенных дренажных систем показало, что многие из них на второй-третий год уже не работали или работали неудовлетворительно. Причинами этого являются несоблюдение проектных уклонов дрен и правил укладки труб, что при-

водит к их заилению, низкое качество сооружений на дренажной сети (смотровых колодцев, поглотителей, устьевых креплений) и др.

Очередность дренирования отдельных площадей следует определять исходя из хозяйственной ценности и использования площадей. В первую очередь рекомендуется дренировать участки с супесчаными и легкосуглинистыми почвами, где коэффициент фильтрации подпахотных слоев превышает 0,001 см/сек. В этих условиях дренаж действует более интенсивно и надежно, чем в глинистых почвах.

Следует отметить, что гидромелиоративные научные учреждения, специалисты и ученые по ряду вопросов осушения заболоченных земель занимают разные позиции. В связи с этим выдвигаемые ими предложения требуют широкой производственной проверки.

В последние годы во многих областях нечерноземной зоны наблюдается значительное снижение содержания и без того малых запасов почвенного перегноя, который, как известно, в условиях нечерноземной зоны является одним из основных носителей почвенного плодородия, а также результатом агрофизических условий водного режима почв. Поэтому здесь должна найти развитие «гумусная» мелиорация с более широким применением органических удобрений на торфяной основе, в том числе торфо-минерально-аммиачных удобрений — ТМАУ. Они отличаются не только высокой эффективностью в повышении урожайности, но и имеют большое агроэкономическое преимущество по сравнению с применением одних минеральных удобрений в эквивалентной дозе.

В связи с расширением объема мелиоративных работ следует использовать более глубокие агрохозяйственные характеристики мелиорируемых земель, обязательно учитывая агропочвенную оценку (бонитировка) условий плодородия земель. Это открывает объективные возможности для наиболее экономичного применения мелиораций.

Общепризнано, что эффективность мелиорации зависит от проведения мелиоративных работ в комплексе с культуртехническими и агро-мелиоративными мероприятиями. Только при этом условии на мелиорируемых землях достигается общий высокий уровень земледелия с применением передовой агротехники и внесением удобрений при механизации всех полевых работ.

В этой связи следует подчеркнуть особое значение чистых паров, которые в нечерноземной зоне, как известно, являются одним из лучших и надежных предшественников для озимых.

Кроме того, на паровом поле будут осуществляться многие мелиоративные мероприятия, направленные на коренное улучшение плодородия почвы: строительство или переустройство осушительной сети, уборка камней, расчистка кустарника и кочек, планировка поверхности, известкование и внесение в почву органических удобрений, углубление пахотного слоя и борьба с сорной растительностью, ликвидация раздробленности и мелкоконтурности пашни. Эта специфическая для нечерноземной зоны роль парового поля недоучитывается и недооценивается и часто здесь навязывают только занятые пары, ссылаясь на хорошую влагообеспеченность.

Таким образом, вопрос о площадях под чистыми парами должен быть обязательно увязан с объемами и характером мелиоративных мероприятий, предполагаемых к осуществлению на данной территории, в данном хозяйстве в целях подъема общей культуры земледелия.

В связи с предстоящим широким развитием мелиоративных работ в нечерноземной зоне перед научно-исследовательскими организациями, работающими в области сельскохозяйственных мелиораций, стоит зада-

ча более детально разобраться в таких вопросах, как регулирование водоприемников и побассейновое регулирование водного режима мелиорируемых земель с учетом природно-экономических особенностей отдельных районов этой зоны, повышение интенсивности осушения минеральных и торфяных почв применительно к современным требованиям интенсификации и механизации сельского хозяйства, осушение лугов и пастбищ.

До последнего времени вопросам осушения лугов и пастбищ не уделялось должного внимания. Необходимо расширить научные исследования по разработке зональных типовых решений мелиорации естественных лугов и пастбищ, созданию долголетних культурных пастбищ с осушением их закрытым дренажем и по осушению открытыми каналами естественных кормовых угодий, не подвергающихся коренному улучшению.

Важным вопросом является также двустороннее регулирование водного режима на мелиорируемых землях с рациональным использованием осушительной сети и для их орошения. До последнего времени оросительные системы проектировались и строились только на землях, используемых под овощные культуры. Необходимо срочно разработать режим и способы орошения искусственных пастбищ в условиях нечерноземной зоны. При этом должны быть продолжены исследования методов прогнозирования поливов и автоматизации оросительных систем применительно к орошению пастбищ.

В последние годы слабо разрабатывались способы освоения и первоначального окультуривания мелиорируемых земель при использовании их под культурные луга и пастбища.

Необходимо срочно разработать технологические схемы удаления кустарника, уничтожения кочек, первичной обработки и системы удобрений земель, используемых под естественные кормовые угодья без разрушения дернины, а также уточнить технологию коренного улучшения лугов и пастбищ в целях создания на них долголетних кормовых угодий.

Одновременно с разработкой технологических схем необходимо разработать и систему машин для выполнения всех работ по осушению, освоению и использованию лугопастбищных угодий.

Новые задачи стоят также по борьбе с нежелательной растительностью на полях с применением химических средств.

Необходимо быстрее разработать технические условия на новые машины для производства культуртехнических работ.

В кратчайшие сроки необходимо закончить проектирование и подготовиться к выпуску первой серии машин — мелиоративного шасси с мощностью двигателя 200—250 л.с. на базе уже разработанного и изготовленного Челябинским тракторным заводом тяжелого трактора Т-220. Это нужно, в частности, для перехода на строительство дренажа из пластмассовых труб с автоматически выполняемым уклоном дрен.

Наступила пора решить вопрос о создании специального Всесоюзного научно-исследовательского института механизации мелиоративных работ с крупным и квалифицированным конструкторским бюро и опытным заводом, решить вопрос о постоянной машиностроительной базе для изготовления в нужном количестве мелиоративных машин и орудий.

Необходимо усилить разработку вопросов мелиоративного земледелия и, в первую очередь, агромелиоративных мероприятий применительно к различным районам нечерноземной зоны, так как без этого нельзя

решить вопроса подъема культуры земледелия в специфических условиях этой огромной и своеобразной зоны.

На службу научным исследованиям в области сельскохозяйственных мелиораций следует поставить также методы математического моделирования, в частности метод электрогидродинамических аналогий (ЭГДА), а также современные счетно-вычислительные машины.

Нечерноземная зона таит в себе огромные возможности для развития сельского хозяйства, получения высоких урожаев возделываемых культур и производства огромного количества сельскохозяйственной продукции.

Нужен упорный, высокоорганизованный труд, научно обоснованное использование всех производительных сил, обязательное и широкое применение мелиораций, направленных на улучшение природно-экономических условий и резкое повышение производительности сельского хозяйства в нечерноземной зоне.

...Осуществить за пятилетие широкую программу мелиоративных работ:

— в нечерноземной полосе РСФСР, в Белорусской ССР, прибалтийских республиках, западных областях и полесских районах Украины, а также на Дальнем Востоке осушить заболоченные и переувлажненные земли на площади 6—6,5 млн. гектаров, провести культуртехнические работы на площади около 9 млн. гектаров и известкование кислых почв на площади не менее 28 млн. гектаров;

— в засушливых районах организовать работы по орошению земель на площади 2,5—3 млн. гектаров. Наряду с увеличением площади орошаемых земель в республиках Средней Азии и Закавказья широкое развитие должно получить орошение земель на Северном Кавказе, в Заволжье, на Юге Украины, в Казахской ССР и Молдавской ССР;

— для повышения плодородия почв и полного освоения имеющихся орошаемых земель осуществить на этих землях работы по строительству коллекторно-дренажной сети, улучшению водообеспеченности, планировке поливных участков, техническому переустройству оросительных систем.

(Из проекта директив XXIII съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1966—1970 годы)

О затоплении земель при образовании водохранилищ ГЭС

■ ВОДОХРАНИЛИЩА, образующиеся при строительстве плотин гидроэлектростанций, имеют, как правило, очень большую площадь зеркала — до 3000 км², а отдельные водохранилища — более 5000 км². В результате затапливается огромная площадь ценных сельскохозяйственных угодий, особенно в поймах и долинах равнинных рек европейской части СССР.

Данные о площадях ряда водохранилищ и затопленных ими земель приведены в табл. 1.

Потери сельскохозяйственных угодий от создания этих водохранилищ можно классифицировать следующим образом:

- земли, безвозвратно теряемые при затоплении зоны водохранилища (часть этих земель оказывается в мелководьях с глубиной не более 2 м);
- земли, периодически затапливаемые при суточном и сезонном наполнении и сработке водохранилища;
- земли, остающиеся на образующихся при затоплении водохранилища мелких островах (в большинстве случаев они не могут быть использованы в сельском хозяйстве вследствие периодического затопления);
- земли, выпадающие из сельскохозяйственного оборота от подтопления при повышении уровня грунтовых вод, вызванного повышением горизонтов в водохранилище;
- земли, теряемые вследствие переработки и оползневого обрушения берегов водохранилища после его затопления;

Таблица 1
Площади водохранилищ и затопляемых ими земель

Название водохранилища	Площадь водохранилища, тыс. га	Площадь затопляемых земель, тыс. га							
		всего	в т. ч. сельхозугодий	из них				леса и кустарника	прочих земель
				пашни	сенокосов	пастбищ	усадеб и садов		
Камское	185	156	72	8	56	6	2	63	21
Нижнекамское	373	329	176	42	104	25	5	110	43
Рыбинское	455	434	174	58	81	35	—	241	19
Горьковское	175	165	107	27	62	14	4	41	17
Чебоксарское	224	196	67	11	48	7	2	110	19
Куйбышевское	600	504	277	61	166	42	8	165	62
Саратовское	195	125	56	8	38	8	2	50	19
Волгоградское	326	233	110	17	62	27	4	65	57
Нижневолжское	272	248	143	12	114	14	3	56	42
Братское	550	540	166	46	53	61	6	357	17
Усть-Илимское	196	154	22	13	7	2	—	129	3
Красноярское	213	170	115	40	48	25	2	37	18
Каховское	215	200	46	5	26	11	4	126	28
Цимлянское	270	264	195	36	71	78	10	30	39

— земли, которые не могут быть более использованными вследствие больших нарушений в нижнем бьефе гидроэлектростанций.

Основные потери сельскохозяйственных угодий, как видно из данных таблицы 1, составляют высокопродуктивные пахотные земли и особенно естественные луга и пастбища, расположенные в поймах рек и являющиеся источниками дешевых, получаемых с небольшими трудовыми затратами, кормов. Обычно на пойменных и прилегающих к ним землях развито высокопродуктивное животноводство. Поймы рек, ежегодно увлажняемые паводками, используются также для выращивания овощных и бахчевых культур.

Чтобы определить, какие сельскохозяйственные угодья необходимо оставить для компенсации потерь сельскохозяйственной продукции от затопления земель, необходимо точно подсчитать размеры площадей затопления. К сожалению, при подсчете затопляемых земель обычно учитывают только земли, находящиеся в момент разработки проекта в сельскохозяйственном обороте, и не принимают во внимание большие площади, занятые лесами и кустарником. Между тем большая часть последних — земли хорошего качества, позволяющие с небольшими затратами превратить их в полноценные пашни и высокоурожайные луга. Часто вовлечение этих земель в сельскохозяйственный оборот намечено по перспективному плану развития сельского хозяйства в ближайшие годы. При затоплении водохранилища эти земли, представляющие собой значительный резерв сельскохозяйственных угодий, безвозвратно теряются.

Во многих случаях в результате устройства водохранилища теряются наиболее продуктивные земли колхозов и совхозов, что сильно изменяет в худшую сторону отраслевое направление сельского хозяйства в данном районе. Естественно возникает вопрос о необходимости добиться того, чтобы проектировались и строились водохранилища, при которых площадь затопления, а следовательно, и ущерб для сельского хозяйства, были бы наименьшими.

При выборе же створа плотины и отметки НПГ обычно стремятся получить наивысший энергетический эффект, нередко выражающийся не в максимальной выработке электроэнергии, а лишь в возможности создания гЭС с наибольшей установленной мощностью. При этом об уменьшении размеров затопления и потерь сельскохозяйственных угодий проектировщики не заботятся, даже если это достигается при незначительном снижении установленной мощности гидроэлектростанции. Очень часто именно последние метры повышения НПГ особенно сильно увеличивают площадь затопления при совершенно незначительном увеличении полезного объема водохранилища и очень малом приросте выработки электроэнергии. Таких примеров достаточно много.

Так, для проектируемой Саянской ГЭС (Тувинская АССР) на р. Енисее намечается создать водохранилище, состоящее из двух четко выраженных частей — глубоководной и мелкой — равнинной (табл. 2). При этом равнинная часть, имеющая наибольшую глубину — до 25 м, при сработке уровня водохранилища в 40 м периодически затапливается и освобождается от воды. Осушение это, к сожалению, происходит в зимний период, когда земли нельзя использовать в сельском хозяйстве. Мнение о том, что земли в Тувинской АССР можно затапливать неограниченно, не выдерживает критики: с постройкой железной дороги к этому району сельскохозяйственная продукция этого исключительно благоприятного по климатическим условиям южного района Сибири получит выход к местам потребления и сразу же возникнет неограни-

Т а б л и ц а 2

Затопление земель в зоне Саянского водохранилища

Затопленная территория	Емкость водохранилища, млрд. м ³	Площадь затопления, тыс. га	В том числе сельхозугодий	из них			Леса и кустарника	Прочих земель
				пашни	сенокосов	пастбищ		
Всего	31,3	52,5	18,8	3,3	4,5	11,0	29,7	4,0
в том числе:								
каньонная часть	29,8	30,7	3,3	—	1,1	2,2	25,9	1,5
равнинная часть	1,5	21,8	15,5	3,3	3,4	8,8	3,8	2,5

ченная потребность в расширении сельскохозяйственных угодий. Данные таблицы 2 показывают, что в равнинной части зоны Саянского водохранилища затопливается 82% всех сельскохозяйственных угодий и 41% всей затопляемой территории. Емкость же этой части водохранилища составляет только 4,7% общей емкости водохранилища. Этого затопления можно было бы избежать, уменьшив расчетную выработку электроэнергии гЭС всего на 5%.

При сооружении Усть-Илимской ГЭС в створе Толстого мыса затопляются единственные обрабатываемые в этом районе пойменные земли Илимской долины общей площадью 22 тыс. га. При размещении гЭС в Ершовском створе эти земли можно было полностью сохранить при условии сохранения без изменения общей мощности гидростанции, сооружаемой на Ангаре ниже г. Братска.

Образующиеся при создании водохранилища острова при подсчете теряемых земель не учитываются. Размеры таких островов не так уж малы. На будущем Чебоксарском водохранилище площадь островов составит более 11 тыс. га, в Горьковском водохранилище — 8 тыс. га, в Нижне-Волжском — более 2 тыс. га. Использовать эти острова для сельскохозяйственного производства весьма трудно. К тому же они периодически затопляются и практически не используются в сельском хозяйстве.

Особо следует рассмотреть вопрос о мелководьях, за которые обычно принимают участки водохранилища с глубиной до двух метров. Такое определение неточно. Очевидно, за мелководья следует принимать участки затопления с глубинами до 2 м при сработанном уровне водохранилища. Мелководья обычно составляют от 15 до 50% площади зеркала водохранилищ. На большей своей части территория мелководий зарастает, и при переменном режиме водохранилищ они постепенно превращаются в болота.

Бесспорно, во всех случаях нужно стремиться сохранить территорию мелководий, защитив ее от затопления и подтопления. В проектах обычно отказываются от защиты низин, обосновывая такое решение совершенно неверными экономическими сравнениями. Во-первых, считается, что защита сельскохозяйственных угодий нецелесообразна, если стоимость инженерной защиты не окупится за срок менее десяти лет. Распространять критерий окупаемости промышленных предприятий на сельское хозяйство, безусловно, неправильно. Предприятие можно построить в другом месте, земля же при отсутствии защиты теряется навсегда. Промышленное предприятие требует через определенный срок пересоздания основных фондов, земля этого не требует — при правиль-

ном ведении сельского хозяйства на ней можно практически выращивать сельскохозяйственные культуры неограниченный срок.

Во-вторых, инженерную защиту обычно предусматривают только для небольшой площади низин, в силу чего удельные затраты по инженерной защите 1 га земли сильно возрастают.

Наконец, в-третьих, не учитывается, что при перенесении сельскохозяйственных угодий из низин необходимо дополнительно возводить на новом месте хозяйственные и жилые постройки, что связано с большими издержками, но это в расчет проектировщиками не принимается. В результате такой экономической оценки при проектировании Чебоксарской ГЭС было решено отказаться от инженерной защиты пяти низин с общей площадью 25 тыс. га.

Наиболее серьезным вопросом при защите сельскохозяйственных угодий от затопления является трудность предотвращения их подтопления. Если это не достигается, то защита угодий становится бессмысленной, поскольку земли постепенно заболачиваются и засоляются. Кроме того, на защищаемых землях необходимо выполнить комплекс мелиоративных мероприятий и соответственно изменить характер сельскохозяйственного производства. При защите Костромской низины мелиоративные мероприятия не были предусмотрены, что привело к резкому снижению урожайности земель.

В проекте Нижне-Волжской ГЭС сначала предусматривалось защитить 277 тыс. га, из них 180 тыс. га сельскохозяйственных угодий. При дальнейшем проектировании было решено уменьшить длину защитной дамбы, вследствие чего площадь защищаемых земель снизилась до 171 тыс. га, в том числе 63 тыс. га сельскохозяйственных угодий. Было при этом совершенно очевидно, что перехватить поток фильтрационных вод практически невозможно, и в результате излишнего увлажнения произойдут неизбежное постепенное заболачивание и выпадение защищаемых земель из сельскохозяйственного оборота.

Мелиоративное состояние земель в нижнем бьефе плотин обычно не учитывают или почти не учитывают. Между тем водный режим на этих землях может значительно ухудшиться по двум причинам. С одной стороны, это может произойти из-за резкого уменьшения влажности почвы в вегетационный период и постепенного остепнения этих угодий, так как регулирование работы гЭС производится в основном по энергетическому графику, а не по графику, учитывающему общие интересы народного хозяйства. При этом прохождение паводков сокращается по времени и по максимальному секунднему расходу.

С другой стороны, нарушение прежнего водного режима на полях в нижнем бьефе происходит от попусков воды в нижний бьеф гЭС в зимний период. Эти затопления и подтопления усугубляются тем, что в нижнем бьефе образуются ледяные зажоры, при которых колебания горизонта воды значительно увеличиваются. Например, в нижнем бьефе Волгоградской ГЭС при ледовых зажорах уровень воды повышается почти на 4 м с распространением этого подпора почти на 120 км; в нижнем бьефе Саянской ГЭС при запроектированном режиме и ежедневной, почти полной ночной остановке агрегатов и запуске их днем на полную мощность уровень воды должен повышаться на 2,5—3,0 м.

Потери сельскохозяйственных угодий в нижнем бьефе очень велики: в нижнем бьефе Саянской ГЭС — 22 тыс. га, в нижнем бьефе Цимлянской ГЭС — более 60 тыс. га и т. д. Однако при проектировании гЭС они обычно не учитываются.

Отрицательное влияние изменения режима в нижнем бьефе Волгоградской ГЭС на луговые и пахотные угодья дельты р. Волги и примы-

кающих к ней ильменей весьма велико — эти земли находятся в состоянии прогрессирующего остепнения. Дело можно было бы несколько поправить, если бы Волгоградская ГЭС работала по графику, обеспечивающему достаточный попуск воды для увлажнения этих земель. Если же этим пренебречь и исходить из получения наибольшей выработки электроэнергии, то придется вложить еще большие средства в орошение этих земель, не сохранив их полностью в сельскохозяйственном использовании.

Сельскохозяйственные угодья теряются при затоплении также от подтопления и обрушения берегов. Для оценки этих потерь необходимы геологические и гидрологические изыскания, позволяющие правильно прогнозировать повышение уровня грунтовых вод и возможную работу берегов. Гидропроект обычно принимает уровень подземных вод условно на 1 м выше НПГ водохранилища, что позволяет принять весьма ограниченную площадь подтопления. В действительности же подтопление распространяется на значительно большую территорию. В Каховском водохранилище, например, резкое повышение уровня подземных вод (на 2—14 м) наблюдалось на отметке значительно более высокой, чем НПГ водохранилища, и на расстоянии более 50 км от берега. В Волгоградском и Куйбышевском водохранилищах в настоящее время приходится выносить на новую территорию ряд сельскохозяйственных угодий, не предусмотренных в проектах.

Очень важен вопрос, как предусматривается в проектах компенсация теряемых сельскохозяйственных угодий.

Гидропроект, проектирующий водохранилища, решает этот вопрос весьма просто, но совершенно неправильно — о бонитировке почвы и оценке теряемых земель в этих проектах нет и речи. Компенсация ценных сельскохозяйственных (пойменных и др.) земель определяется по «методу чистого дохода», исходя из применяемых ныне, часто малоинтенсивных, способов обработок земли, высеваемых культур и низких урожаев. Доходы же с новых осваиваемых земель, компенсирующих потери, рассчитываются из условия наиболее интенсивной обработки их с внесением максимального количества удобрений и получения высоких урожаев. Так, для земель, теряемых в Волгоградском водохранилище, урожайность зерновых принята в 3 ц, а для осваиваемых — 36 ц с гектара. При таком определении будущего дохода получается, что для компенсации теряемых сельскохозяйственных угодий нужна гораздо меньшая площадь новых земель (табл. 3).

Таблица 3
Затопление и компенсация земель
по проектам

Наименование водохранилища	Площадь затопляемых сельхозугодий, тыс. га	Компенсационная площадь вновь осваиваемых земель, тыс. га	Улучшение существующих угодий, тыс. га
Братское	166	108	—
Красноярское	136	43	40,8
Саянское	19	4,1	9
Камское	80,5	14,8	40
Нижнекамское	296	64	64
Куйбышевское	301	21	30
Чебоксарское	83	19	—

При этом не принимается во внимание, что по планам развития сельскохозяйственных районов к моменту затопления водохранилища интенсивность земледелия будет совершенно другой, урожайность значительно более высокой, отдельные участки могут стать правильно орошаемыми, луга и пастбища улучшены и т. д.

Такой способ оценки продуктивности сельскохозяйственных угодий создает лишь видимость действительной компенсации ценных земель, теряемых в результате затопления. Отме-

тим также, что хотя расчеты базируются на «чистом доходе», не подсчитывается необходимость увеличить трудовые затраты, необходимые для получения запроектированной продукции с новых земель, меньших по площади.

Особое беспокойство вызывает при таком свободном изменении сельскохозяйственного профиля района и перестройке хозяйства трудность сохранения установившегося соотношения отдельных отраслей хозяйства, особенно в обеспечении животноводства дешевыми кормами.

Как видно из вышеизложенного, такой подход к экономической оценке последствий затопления сельскохозяйственных угодий при создании водохранилищ приводит к выпадению из использования большой и ценной площади угодий и к уменьшению объема сельскохозяйственной продукции. Это усугубляется еще и тем, что мероприятия по освоению новых земель значительно запаздывают по сравнению с ходом работ, определяющим необходимость и сроки затопления. Основная причина этого — отсутствие земельного кадастра, составленного на основе бонитировки почв, и то, что земля у нас не получила еще такого важного экономического показателя, как стоимость, которая позволила бы легко производить экономическую оценку в данном случае, исходя только из качества затопляемой земли. При этом из подсчетов исключались бы потери земли, не используемой в настоящее время в сельском хозяйстве.

Выводы

1. При создании водохранилищ необходимо стремиться к наименьшему затоплению сельскохозяйственных угодий. При этом максимальная площадь земель, подлежащих затоплению, должна быть защищена путем обвалования и устройством дренажных систем.

2. В площадь потерь необходимо включать все без исключения земли, теряемые при затоплении, подтоплении и обрушении берегов.

3. Для правильной оценки целесообразности затопления и размеров компенсации потерянных угодий необходимо установить стоимость земель в зависимости от их качества, использования или неиспользования в сельском хозяйстве.

4. Размеры площади земли, необходимой для компенсации потерь, следует определять, исходя из их качества, при возделывании одних и тех же культур, применении одной и той же системы удобрения, способа обработки и т. п.

5. Площади подтопляемых угодий должны определяться только по данным тщательных геологических и гидрогеологических изысканий и на основе прогноза уровня подземных вод.

6. Следует устанавливать такой режим работы гЭС, который не приносил бы вреда сельскохозяйственным угодьям в нижнем бьефе. Взамен той части угодий, которую нельзя сохранить и при оптимальном режиме работы гЭС, в проектах гидроузлов нужно также предусматривать (в порядке компенсации) средства для освоения новых земель.

Определение водопотребления риса

■ ВОПРОС о расчете суммарного расхода воды на транспирацию риса и испарение с поверхности рисового поля за весь период вегетации и в отдельные фазы развития риса имеет большое значение при проектировании и эксплуатации рисовых оросительных систем, а также при проведении сельскохозяйственных работ. Имеется много методов расчета суммарного расхода воды на транспирацию риса и испарение с поверх-

ности рисового поля, как эмпирических, так и теоретических. Наибольшее применение получил метод расчета А. Н. Костякова по заданной урожайности риса и известному коэффициенту водопотребления. Эту зависимость можно выразить следующей формулой:

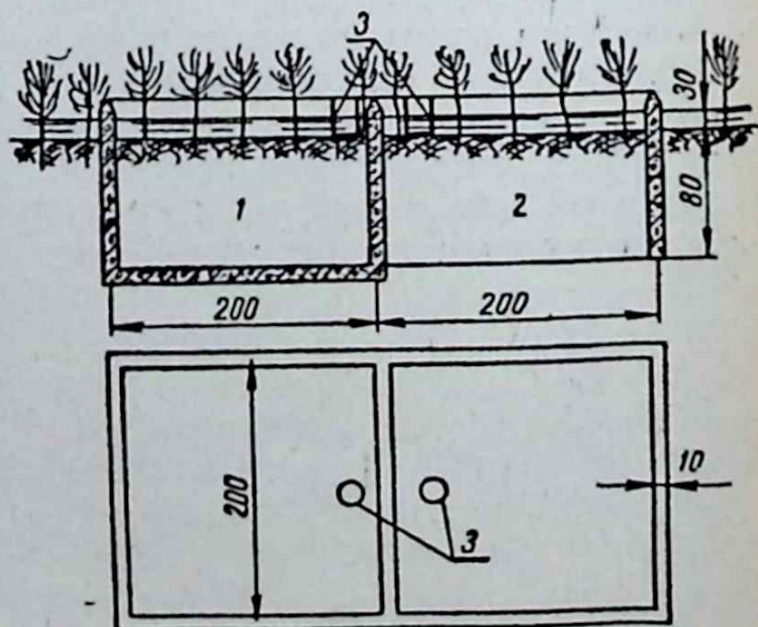
$$E = k \cdot y,$$

где E — суммарное водопотребление, $\text{м}^3/\text{га}$;
 k — коэффициент водопотребления, $\text{м}^3/\text{ц}$ зерна риса;
 y — плановая урожайность, $\text{ц}/\text{га}$.

Для определения различных составляющих элементов водопотребления риса на затопленном рисовом чеке (при разных способах полива) установили 8 вегетационных бетонных лизиметров (из них 4 с дном и 4 без дна), оборудованных сосудами-испарителями (рис. 1). В лизиметре с дном измеряли испарение и транспирацию риса, а в лизиметре без дна — испарение, транспирацию и фильтрацию воды. Наблюдения производили ежедневно в определенное время дня. Размеры каждого составляющего элемента водопотребления получили простым вычитанием.

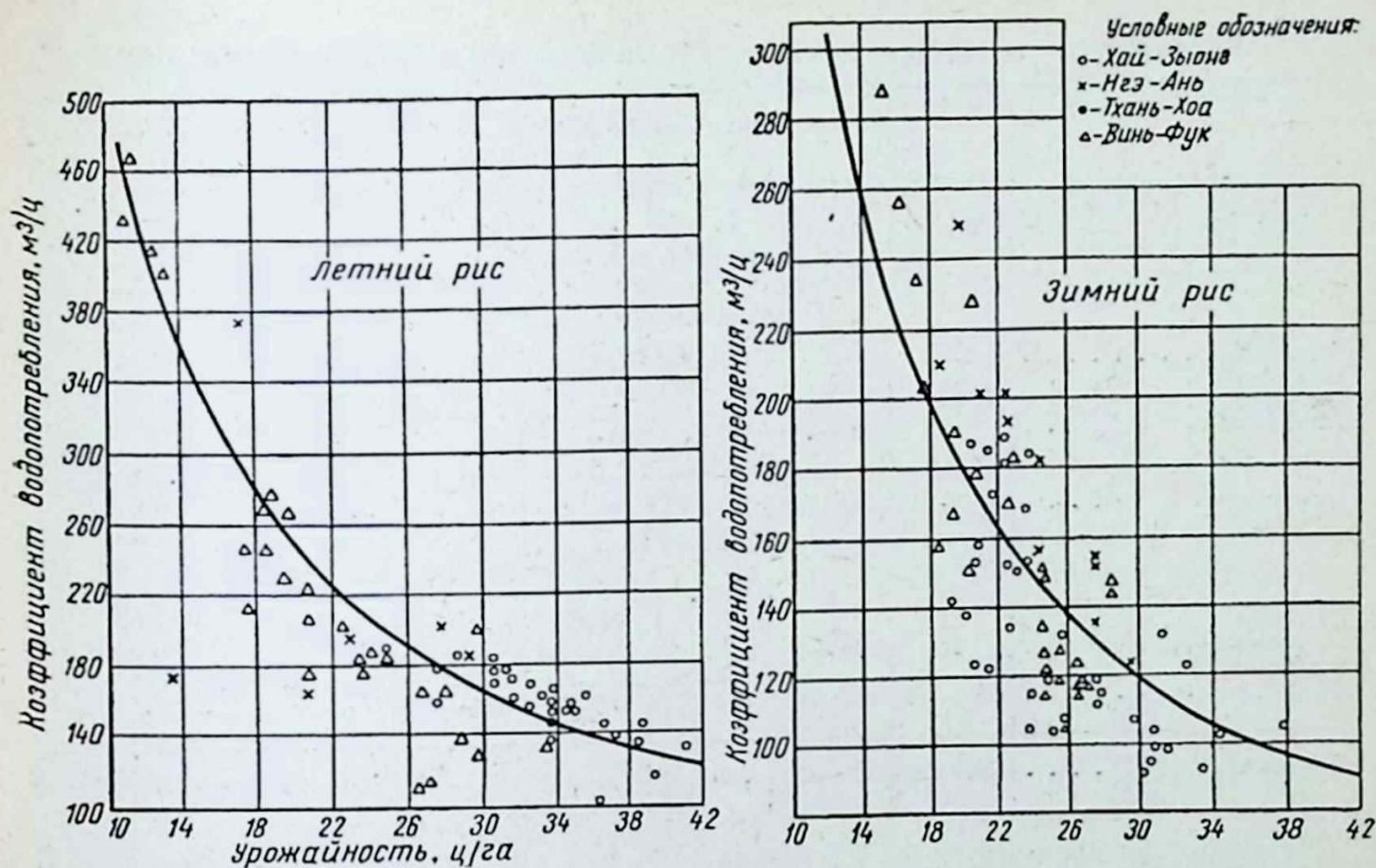
Многолетние фактические величины водопотребления, полученные на различных опытных станциях Демократической Республики Вьетнам, представлены в виде двух графиков (для зимнего и летнего риса), на которых показано соотношение между коэффициентом водопотребления k и урожаем y (рис. 2).

Графики показывают, что с повышением урожая риса коэффициент суммарного расхода воды на транспирацию и испарение с водной по-



1

Схема вегетационных лизиметров из бетона:
1 — лизиметр с дном; 2 — лизиметр без дна; 3 — круглый сосуд $d = 20$ см для измерения испарения с водной поверхности



2

Коэффициенты водопотребления при различной урожайности риса: для летнего риса по 65 наблюдениям и для зимнего риса по 79 наблюдениям в 1958 г.

верхности рисового поля понижаются. Это объясняется тем, что с повышением плодородия почвы и увеличением урожаев общее потребление воды E рисом за весь вегетационный период возрастает не пропорционально росту урожая, а медленнее (Костяков А. Н).

Корреляционное отношение $\eta_{k/y}$ для величины водопотребления, в зависимости от урожая, и вид кривой для этой связи даны ниже.

Для зимнего риса $\eta_{k/y} = 0,793$ при $E = 3640 \text{ м}^3/\text{га}$; для летнего риса $\eta_{k/y} = 0,90$ при $E = 5000 \text{ м}^3/\text{га}$. Корреляционное отношение определялось по уравнению:

$$\eta_{k/y} = \sqrt{\frac{\sum f_2 (k_y - k')^2}{\sum f_2 (k - k')^2}},$$

где k_y — частное среднее коэффициента водопотребления по каждой группе;

k' — общее среднее значение коэффициента водопотребления;

k — коэффициент водопотребления.

Корреляционные отношения $\eta_{k/y}$, близкие по значению к единице, указывают на тесную связь между коэффициентом водопотребления и урожаем.

Именно потому, что климатические условия в вегетационный период для зимнего риса часто неустойчивы, корреляционное отношение для зимнего риса (0,793) меньше, чем это отношение для летнего риса (0,90).

На основании данных графиков (рис. 2) мы составили таблицы отклонения величин коэффициентов водопотребления k в зависимости от урожайности на различных станциях (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Коэффициенты водопотребления (k) риса в различных районах ДРВ

Опытная станция	Коэффициенты водопотребления k ($\text{м}^3/\text{ц}$) при урожайности риса ($\text{ц}/\text{га}$)							
	10—14	14—18	18—22	22—26	26—30	30—34	34—38	38—42
<i>Зимний рис</i>								
Тхань-Хоа	—	—	156—185	119—168	114—118	96—116	—	—
Нгэ-Ань	—	—	200—250	135—200	124—152	—	—	—
Хай-Зыонг	—	—	124—189	104—183	106—134	98—132	—	—
Винь-Фук	—	204—290	152—228	112—150	116—147	—	—	—
Отклонения k , %	—	100—142	100—200	100—192	100—140	100—144	—	—
<i>Летний рис</i>								
Тхань-Хоа	—	—	—	190	160—187	150—177	146—165	120—156
Нгэ-Ань	177	212—370	—	186—197	164—204	—	—	—
Хай-Зыонг	—	—	—	—	—	112—184	113—159	—
Винь-Фук	390—465	248—390	170—272	177—202	114—138	—	—	—
Отклонения k , %	100—260	100—174	100—160	100—168	100—180	100—164	100—142	100—130

Данные таблицы 1 показывают следующее:

1. На одной и той же опытной станции в разные годы величины коэффициента водопотребления k при урожаях 22—26 $\text{ц}/\text{га}$ зимнего риса колеблются от 104 до 183 $\text{м}^3/\text{ц}$ (опытная станция Хай-Зыонг), а при урожаях 14—18 $\text{ц}/\text{га}$ летнего риса — от 212 до 370 $\text{м}^3/\text{ц}$ (опытная станция Нгэ-Ань).

2. На различных опытных станциях и в разные годы величины коэффициента водопотребления при урожаях 18—22 $\text{ц}/\text{га}$ зимнего риса колеблются от 124 до 250 $\text{м}^3/\text{ц}$ и при урожаях 10—14 $\text{ц}/\text{га}$ летнего риса — от 177 до 465 $\text{м}^3/\text{ц}$.

Подобные же результаты получены и на рисовых опытных станциях Китая. Таким образом, коэффициенты водопотребления риса для различных районов его возделывания и получаемых урожаев сильно колеблются, что не позволяет применять их значения для нового района.

За последние годы во Вьетнаме стали применять метод расчета E по испарению с водной поверхности. Суммарное водопотребление E в этом случае выражается следующей формулой:

$$E = \alpha E_0,$$

где α — коэффициент, равный $\frac{E}{E_0}$;

E_0 — испарение с водной поверхности за период вегетации, мм .

Фактические величины коэффициента α в различные фазы развития риса, по многолетним данным, приведены в таблицах 2 и 3.

Из приведенных в таблицах 2 и 3 данных видно, что:

а) для одной и той же фазы развития растений — цветения — на различных станциях величины коэффициента α для зимнего риса колеблются от 1,50 до 2,07 и для летнего риса — от 1,56 до 2,23;

б) на различных опытных станциях и в разные годы величины коэффициента α за вегетационный период для зимнего риса колеблются

Таблица 2

Фактические величины коэффициента α в разные фазы развития риса на опытных станциях ДРВ

Фаза развития растений	Опытная станция				
	Тхань-Хоа	Нгэ-Ань	Хай-Зыонг	Винь-Фук	среднее для всех станций
<i>Для зимнего риса</i>					
Пересадка — приживание	0,83	0,89	1,18	1,12	0,95
Кушение	1,20	1,10	1,25	1,41	1,14
Выход в трубку	1,65	2,00	1,52	1,68	1,78
Цветение	2,10	2,02	1,56	1,76	1,97
Молочная спелость — созревание . .	2,04	2,07	1,50	1,82	1,96
В среднем за вегетационный период	1,56	1,62	1,40	1,56	1,56
<i>Для летнего риса</i>					
Пересадка — приживание	1,35	1,04	1,48	1,26	1,28
Кушение	2,00	1,55	1,91	2,17	1,83
Выход в трубку	2,34	1,77	2,17	2,61	2,22
Цветение	1,70	1,56	2,23	2,20	1,92
Молочная спелость — созревание . .	1,95	1,50	1,81	1,92	1,72
В среднем за весь вегетационный период	1,87	1,48	1,91	2,03	1,89

от 1,09 до 1,57, а на одной и той же станции (Тхань-Хоа) в разные годы — от 1,13 до 1,48.

Из изложенного следует, что коэффициенты водопотребления k колеблются гораздо больше, чем коэффициенты α . Чем это объяснить?

Водопотребление E риса в формуле А. Н. Костякова $E = ku$ включает в себя объем воды, расходуемый на транспирацию и испарение с поверхности воды на полях, занятых рисом. Как известно, транспирация определяется главным образом такими факторами, как характер почвы, гидрогеологические условия, сорта риса, сельскохозяйственная обработка и т. д., в то время как испарение зависит от климатических условий — температуры и относительной влажности воздуха, скорости ветра, солнечной радиации.

Во Вьетнаме температура воздуха зимой часто бывает низкой. Если она выше обычной, то это способствует повышению урожайности и увеличению водопотребления риса. Летом же температура очень высока и часто превышает оптимальную для возделывания риса, что влечет за собой снижение урожая этой культуры при увеличении водопотребления.

Из изложенного видно, что между температурой и водопо-

Таблица 3

Величина коэффициента α для зимнего риса на различных опытных станциях

Год	Опытная станция			
	Тхань-Хоа	Нгэ-Ань	Хай-Зыонг	Винь-Фук
1958	1,48	—	—	1,09
1959	1,41	1,05	1,57	1,38
1960	1,13	1,11	1,32	1,20

треблением риса имеется прямая связь, а между температурой и урожаем риса эта связь сложна: в пределах оптимальной температуры урожай увеличивается с повышением температуры, а при превышении оптимальной температуры он, наоборот, уменьшается. Поэтому ошибка при пользовании коэффициентом $\alpha = \frac{E}{E_0}$ меньше, чем при коэффициенте водопотребления k , так как климатические факторы влияют на коэффициент α меньше, чем на коэффициент k .

Водопотребление риса является основой для составления плана водопользования на оросительной системе, проекта строительства гидромелиоративных сооружений и их эксплуатации.

Исследования, проведенные нами на различных рисовых опытных станциях, показали, что для условий Вьетнама применение коэффициента α при проектировании водопотребления оказывается лучшим по сравнению с применением коэффициента водопотребления k . Однако применение коэффициента α возможно только при использовании многолетних данных по испарению со свободной поверхности воды по ряду опытных станций в районах с различными климатическими усло-

Таблица 4

Нормы водопотребления зимнего риса, мм/сут.

Фаза развития растений	Норма водопотребления при температуре, град					
	10—12,9	13—15,9	16—18,9	19—21,9	22—24,9	25—27,9

Скорость ветра до 3,3 м/сек

Пересадка — приживание	$\frac{1,7}{1,5}$	$\frac{2,1}{1,6}$	$\frac{2,4}{1,8}$	$\frac{2,7}{2,1}$	$\frac{3,1}{2,2}$	
От приживания до начала кущения	$\frac{2,0}{1,6}$	$\frac{2,3}{1,8}$	$\frac{2,5}{2,0}$	$\frac{2,9}{2,3}$	$\frac{3,3}{2,5}$	
Кущение (до выхода в трубку) . .			$\frac{2,9}{2,2}$	$\frac{3,2}{2,5}$	$\frac{3,5}{2,8}$	$\frac{—}{3,0}$
От выхода в трубку до начала колошения			$\frac{3,1}{2,6}$	$\frac{3,5}{2,8}$	$\frac{4,0}{3,1}$	$\frac{4,4}{3,4}$
Колошение				$\frac{4,0}{3,1}$	$\frac{4,5}{3,4}$	$\frac{5,5}{3,6}$

Скорость ветра 3,3—7,9 м/сек

Пересадка — приживание	$\frac{2,2}{1,9}$	$\frac{2,5}{2,1}$	$\frac{2,9}{2,3}$	$\frac{3,3}{2,5}$		
От приживания до начала кущения		$\frac{2,6}{—}$	$\frac{3,2}{2,4}$	$\frac{3,6}{2,6}$	$\frac{4,2}{2,9}$	
Кущение (до выхода в трубку) . .			$\frac{3,4}{2,6}$	$\frac{4,0}{2,8}$	$\frac{4,4}{3,1}$	
От выхода в трубку до начала колошения			$\frac{3,9}{3,0}$	$\frac{4,5}{3,2}$	$\frac{5,2}{3,5}$	
Колошение			$\frac{4,5}{—}$	$\frac{5,2}{—}$	$\frac{6,1}{3,8}$	

Примечание. Нормы суточного водопотребления в числителе даны для солнечных, а в знаменателе — для пасмурных дней.

виями. Такие материалы и теперь еще недостаточны, в частности для условий горных районов. Поэтому для определения водопотребления риса мы предлагаем применить способ, основанный на использовании климатических данных.

Приведенные выше соображения о коэффициентах k и a являются основой для определения водопотребления риса по климатическим факторам. В условиях Вьетнама водопотребление риса на каждой фазе развития растений рассчитывается по данным о температуре, скорости ветра и другим показателям климата.

Неклиматические факторы (почвенные и гидрогеологические условия, сорт и вид риса и др.), хотя и влияют на объем воды, расходуемый на испарение и транспирацию, но, как показывают данные опытных станций КНР, незначительно.

На основании фактических данных шести рисовых опытных станций за 1958—1962 гг. нами составлены таблицы 4 и 5 и графики на рис. 3, 4 и 5, характеризующие нормы водопотребления риса. При со-

Таблица 5

Нормы водопотребления летнего риса, мм/сут

Фаза развития	Норма водопотребления при температуре, град		
	22—24,9	25—27,9	28—30,9

Скорость ветра до 3,3 м/сек

Пересадка — приживание	$\frac{2,75}{—}$	$\frac{3,5}{1,9}$	$\frac{4,7}{—}$
От приживания до начала кущения	$\frac{3,4}{—}$	$\frac{4,2}{3,3}$	$\frac{5,0}{4,5}$
Кущение (до выхода в трубку)	$\frac{3,8}{2,8}$	$\frac{4,8}{3,4}$	$\frac{6,1}{4,7}$
От выхода в трубку до начала колошения	$\frac{4,5}{3,0}$	$\frac{5,6}{3,5}$	$\frac{6,9}{—}$
Колошение	$\frac{3,8}{2,7}$	$\frac{4,7}{—}$	$\frac{6,0}{—}$

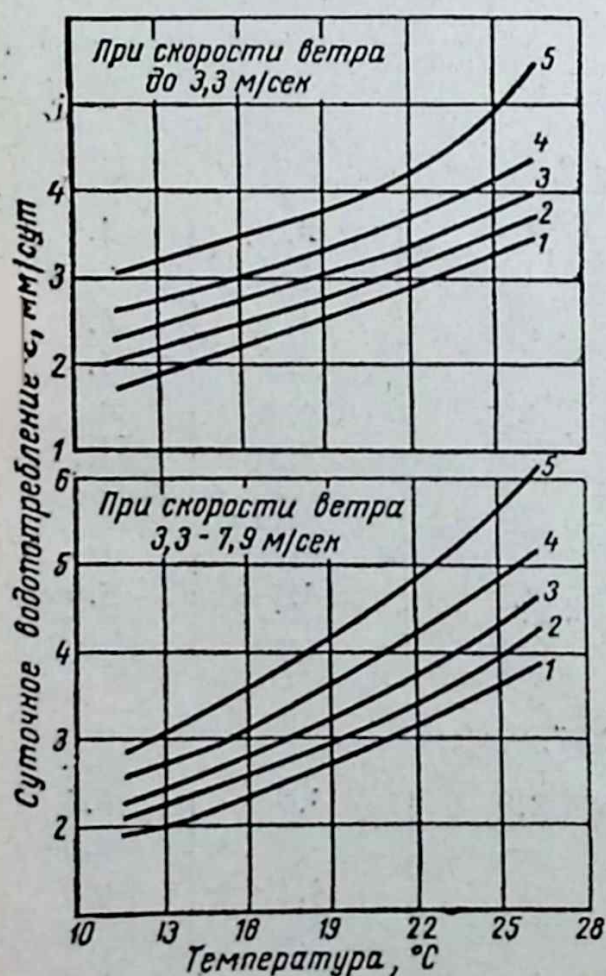
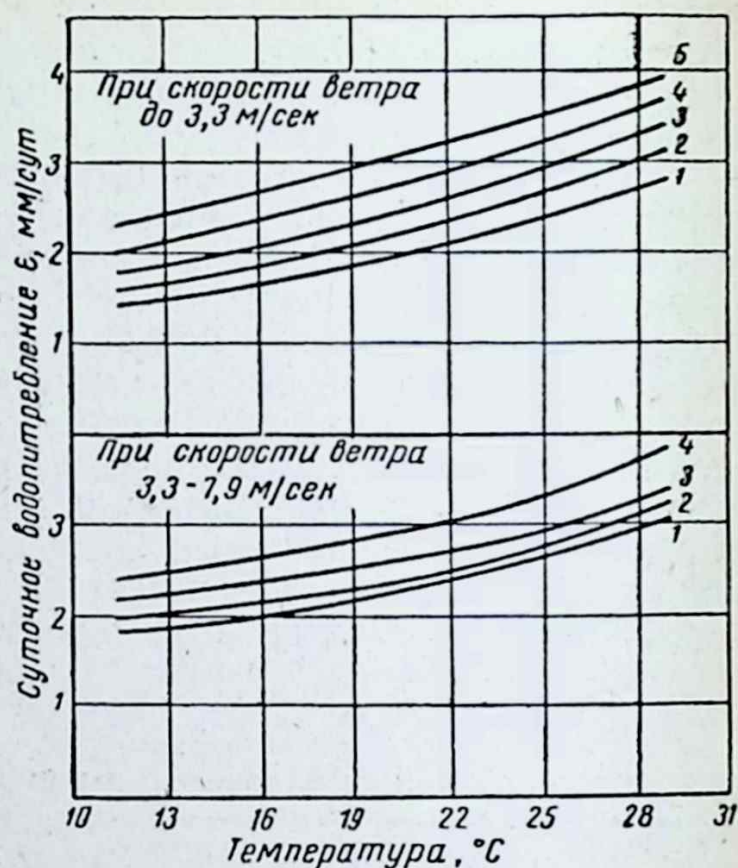
Скорость ветра 3,3—7,9 м/сек

Пересадка — приживание	$\frac{3,0}{—}$	$\frac{4,0}{—}$	$\frac{5,4}{3,5}$
От приживания до начала кущения	$\frac{—}{—}$	$\frac{4,1}{3,5}$	$\frac{6,0}{—}$
Кущение (до выхода в трубку)	$\frac{4,2}{—}$	$\frac{5,2}{4,0}$	$\frac{6,5}{—}$
От выхода в трубку до начала колошения	$\frac{4,7}{3,4}$	$\frac{5,7}{4,8}$	$\frac{7,0}{—}$
Колошение	$\frac{4,0}{—}$	$\frac{4,9}{—}$	$\frac{6,2}{—}$

Примечание. Нормы суточного водопотребления в числителе даны для солнечных, а в знаменателе — для пасмурных дней.

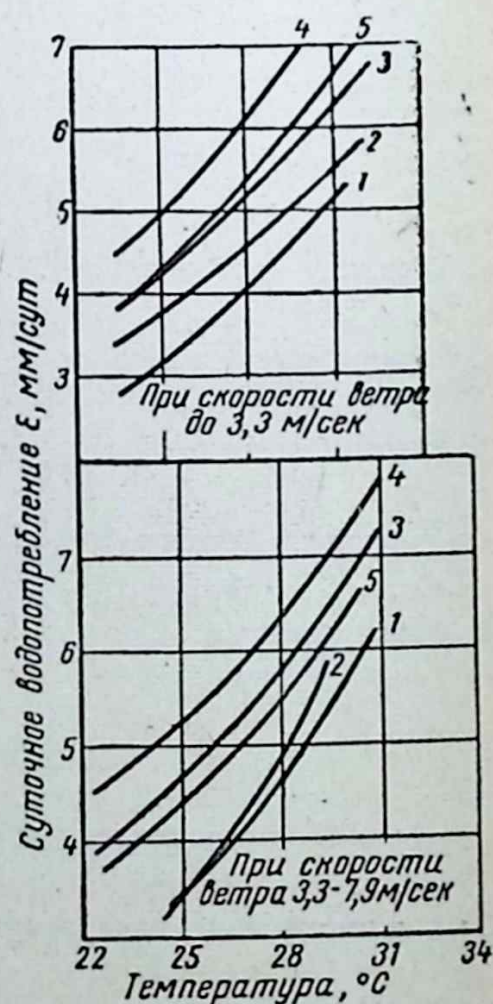
3

Нормы суточного водопотребления зимнего риса в пасмурные дни при различной скорости ветра в фазах: 1 — пересадка — приживание; 2 — приживание — кущение; 3 — кущение — выход в трубку; 4 — выход в трубку — колошение; 5 — колошение — созревание



4

Нормы суточного водопотребления зимнего риса в солнечные дни при различных скоростях ветра в фазах: 1 — пересадка — приживание; 2 — приживание — кущение; 3 — кущение — выход в трубку; 4 — выход в трубку — колошение; 5 — колошение — созревание



5

Нормы суточного водопотребления летнего риса в солнечные дни при различной скорости ветра в фазах: 1 — пересадка — приживание; 2 — приживание — кущение; 3 — кущение — выход в трубку; 4 — выход в трубку — колошение; 5 — колошение — созревание

ставлении таблиц климатические факторы сгруппированы по ряду признаков: количеству солнечных и пасмурных дней, скорости ветра, по показателям температуры, отличающимся друг от друга на 3° .

По приведенным в таблицах 4 и 5 нормам было вычислено водопотребление риса для различных опытных станций. Сопоставление фактических и расчетных размеров водопотребления показало достаточную их сходимость: по опытным станциям Винь-Фук и Тхань-Хоа расхождения были ничтожно малыми (0,001—0,003%), а для трех других станций — в пределах $7,2 \div 21\%$.

Это показывает, что способ расчета водопотребления риса на основании установленных норм точнее, чем способ определения водопотребления с применением коэффициента α и коэффициента водопотребления k .

Нужно отметить, однако, что и этот способ определения водопотребления риса имеет свои недостатки — он не позволяет проектировать водопотребление, соответствующее более высокой урожайности, чем это было в опытах.

Выводы

1. Применение коэффициента водопотребления k при проектировании водопотребления риса для различных районов должно быть детально изучено в каждом конкретном случае ввиду значительного колебания (от 100% до 260%) величин этого коэффициента.

2. При проектировании водопотребления риса рациональнее использовать коэффициент α .

3. При определении водопотребления риса рекомендуется исходить из климатических факторов, применяя нормы, приведенные в статье.

Литература

1. Зайцев В. Б. Рисовая оросительная система. Изд-во «Колос», М., 1964.
2. Костяков А. Н. Основы мелиораций. Сельхозгиз, М., 1951.
3. Эт Танг Тыу. Учебное пособие по мелиорации (на вьетнамском языке).
4. Дао Хыонг. Как определить водопотребление риса при недостатке опытных данных. Журн. «Гидротехника и мелиорация» № 1, 1963, Ханой (на вьетнамском языке).

Инж. Л. П. ТЮРИН

(г. Ашхабад)

626.862 : 624.131.216

Опыт строительства закрытого дренажа в плывунах

■ В ТУРКМЕНСКОЙ ССР применение горизонтального закрытого дренажа связано с необходимостью устройства дрен в мелкозернистых песчаных водонасыщенных грунтах (плывунах), залегающих здесь на большой территории на глубине от 1,0 до 2,5 м. В настоящее время строительство закрытого дренажа в плывунных грунтах производится путем временной отрывки осушителя и укладки в его откосе дренажных труб (рис. 1).

Закрытые дрены устраиваются из асбоцементных

1

Отрывка осушителя и
укладка в его откосе
труб для закрытой
дрены



перфорированных труб длиной 3 м и внутренним диаметром 141 мм с обсыпкой их гравийным фильтром. Толщина слоя фильтра под трубой 25 см, сбоку и сверху — 15 см. Трубы соединяются муфтами.

Осушитель отрывают драглайном на глубину 3,5—4,5 м, что превышает глубину укладки закрытой дрены на 1 м. При этом до 70% грунта размещается на берме, не используемой для укладки дренажных труб.

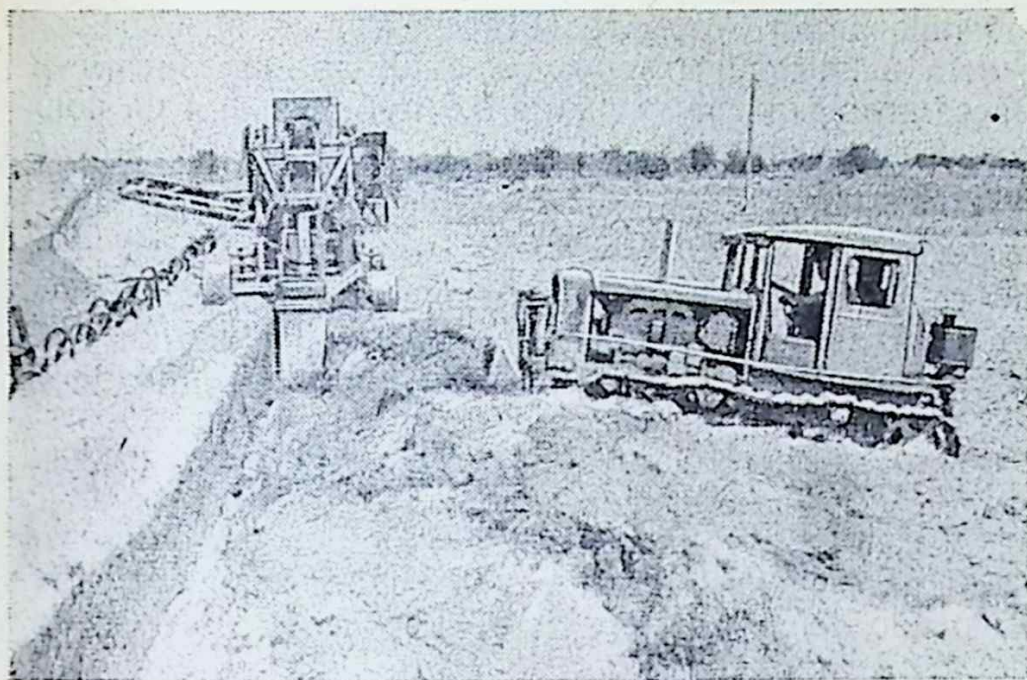
В другом откосе осушителя вручную устраивают полку шириною 0,8—1,2 м. Разработанный при этом песчаный грунт используется для создания стенки высотой до 0,6 м и толщиной до 0,5 м, которая предотвращает затем рассыпание гравийного фильтра в открытую дрену. Из-за оплывания откосов осушителя полка разрушается и ее приходится восстанавливать.

На полку по лоткам подается гравий, служащий основанием для укладки дренажных труб. Уложенные трубы с боков и сверху также обсыпают гравием. При этом раскладку гравия для основания, укладку дренажных труб и обсыпку их с боков и сверху гравием производят вручную.

Уложенные дренажные трубы засыпают (вручную) предохранительным слоем грунта толщиной 0,5 м с одновременным его уплотнением. Окончательную засыпку дрены вынутым грунтом на полную глубину производят с помощью бульдозера, сперва со стороны неиспользованного откоса, а затем — с противоположного.

Основные недостатки такого способа строительства горизонтального закрытого дренажа в плавунных грунтах — это выполнение большинства операций по укладке дрены вручную и большой объем земляных работ (18 м³ на 1 пог. м дрены). Кроме того, из-за оплывания откосов осушителя затрудняется укладка дренажных труб. В результате стоимость строительства 1 пог. м горизонтального закрытого дренажа получается высокой — 13,8 руб., а производительность низка — одной бригадой в составе 6 человек укладывается 3,1 пог. м/час.

Туркменским институтом водных проблем и гидротехники разработан и проверен способ механизированной укладки горизонтального закрытого дренажа в плавунных грунтах. Основан он на предварительном понижении грунтовых вод с помощью иглофильтров ниже проектного дна траншеи на 0,6—0,7 м и последующей укладке дренаж-



2

Укладка дренажных
труб в пльвунных
грунтах с помощью
дреноукладчика

ных труб в осушенном песчаном грунте усовершенствованными для этого дреноукладчиками Д-251 и Д-301 (рис. 2).

Осушение песчаного грунта до влажности 18% позволяет отрывать траншею дреноукладчиком на необходимую глубину, точно и плотно укладывать дренажные трубы с обсыпкой фильтровым слоем и засыпать их предохранительным слоем грунта. Кроме того, устранение гидростатического напора грунтовых вод на вертикальные стенки траншеи повышает их устойчивость и позволяет избежать обвалов грунта возле бункера дреноукладчика.

Иглофильтры устанавливают в ряд через 2,5 м один от другого с левой стороны спланированной трассы, на расстоянии 2 м от оси дрены. Установку иглофильтров на глубину 6 м производят путем подмыва, для чего используется вода из оросительной или коллекторно-дренажной сети. При понижении уровня грунтовых вод на первом участке дрены откачиваемую воду можно использовать для установки иглофильтров на следующем участке.

Благодаря хорошей фильтрационной способности песчаного грунта (коэффициент фильтрации равен 1 м/сут и более) необходимое водопонижение достигается за 12-часовую работу иглофильтровой установки. Пониженный уровень грунтовых вод на одном участке дрены поддерживается до конца работы дреноукладчика на этом участке.

Сразу после прохода дреноукладчика траншею засыпают предохранительным слоем грунта толщиной 0,4—0,6 м с помощью бульдозера. После окончания работы дреноукладчика иглофильтровую установку демонтируют, а траншею полностью засыпают вынутым грунтом.

В условиях быстрого понижения уровня грунтовых вод последовательно на разных участках дрены дреноукладчик может работать без простоев с производительностью 11 пог. м дрен в час — такой же, как и на непльвунных грунтах.

Учитывая возможность обвалов стенок траншеи возле бункера дреноукладчика при его остановках, в дреноукладчиках Д-251 и Д-301 увеличено базовое расстояние ходовой части бункера, уменьшена длина и изменена форма бункера, а также увеличена жесткость его боковых стенок. В результате работа бункера при обвалах стенок траншеи не нарушается, и дреноукладчик даже с бункером, зажатым обвалившимся грунтом, может передвигаться самостоятельно.

Стоимость механизированного строительства 1 пог. м горизонтального закрытого дренажа в плавунных грунтах с предварительным водопонижением по трассе иглофильтрами равна 9,9 руб.; из них на понижение уровня грунтовых вод расходуется 2,29 руб., или 23% всей стоимости строительства.

Выводы

1. Строительство горизонтального закрытого дренажа в плавунных грунтах путем устройства осушителя и последующей укладки в его откосе дренажных труб трудоемко и экономически нецелесообразно.

2. Более перспективным является способ механизированного строительства горизонтального закрытого дренажа с предварительным понижением уровня грунтовых вод по трассе иглофильтрами и последующей укладкой дренажных труб усовершенствованными дреноукладчиками Д-251 и Д-301. При использовании такого способа устройства дренажа по сравнению с обычно применяемым достигается экономия в затратах 3,9 руб. на 1 пог. м дрены.

3. Дальнейшие исследования должны идти в направлении усовершенствования конструкции дреноукладчика и удешевления строительства закрытого дренажа.

З. А. АШУРМАТОВ
(г. Ташкент)

626.823

Временные гидротехнические сооружения на сильнопросадочных грунтах

■ НА СИЛЬНОПРОСАДОЧНЫХ грунтах, таких, как в зоне орошения Северо-Ташкентского канала, канала Джун, Ташкентского канала, (хвостовая часть), большие трудности возникают при строительстве и в эксплуатации гидротехнических сооружений, особенно в период замочки.

Обычные конструкции гидротехнических сооружений на таких грунтах в результате просадки последних разрушаются. Поэтому при освоении новых просадочных земель (1942—1953 гг.), подкомандных Северо-Ташкентскому каналу, в начальный период, особенно в период замочки, кана-

лы оросительной сети эксплуатировали без сооружений и лишь в крайне необходимых случаях строили дерново-хворостяные и буто-бетонные сооружения, которые требовали большого ухода и непрерывного надзора.

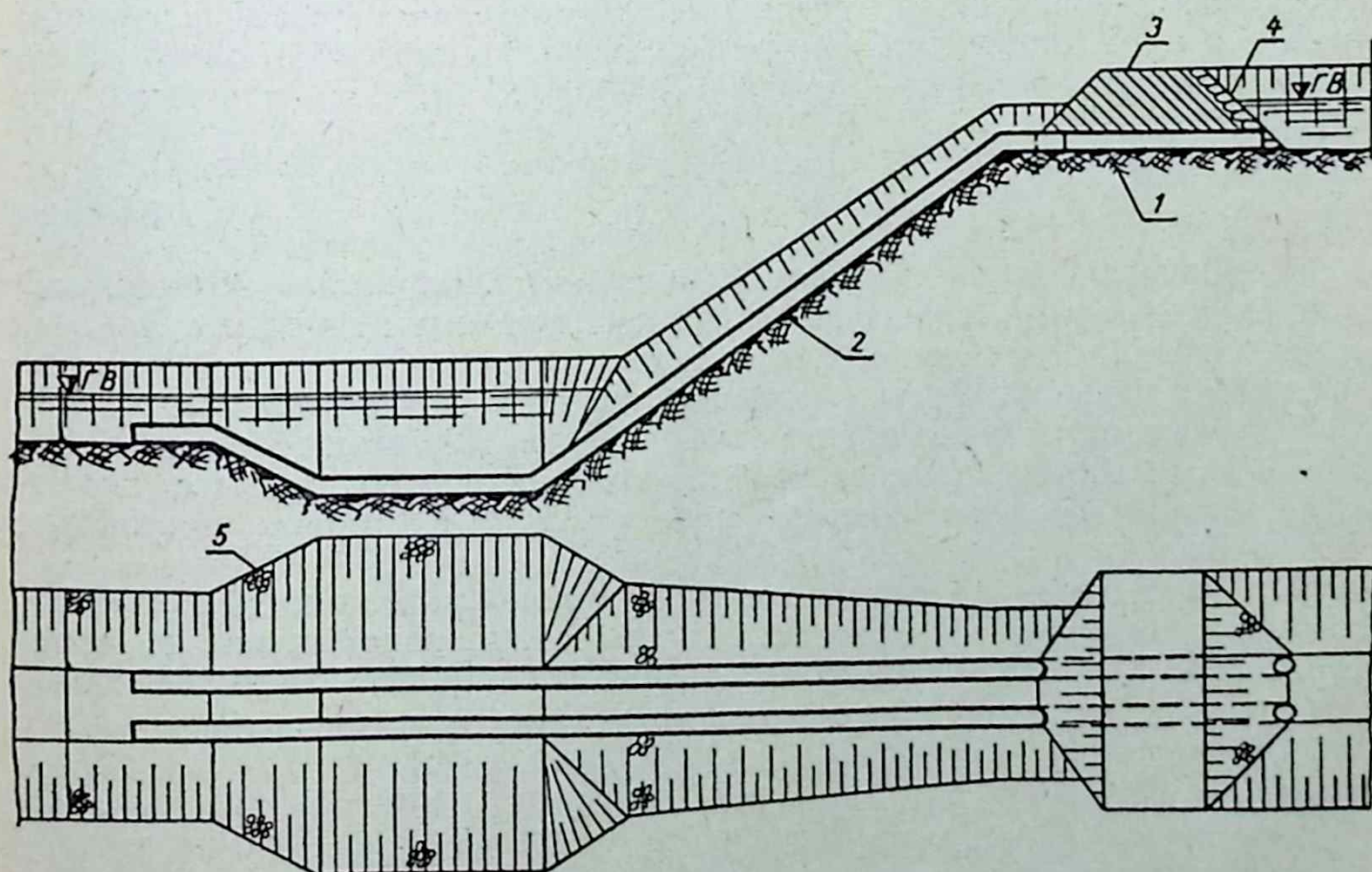
При освоении новых земель на просадочных грунтах нельзя пропускать воду для замочки канала без предварительного строительства перепадов или быстотоков, которые в любых условиях должны быть построены до пуска воды в канал.

При освоении земель в зоне хвостовой части Северо-Ташкентского канала (1950—1953 гг.) в течение долгого времени не могли прогнать воду по распределительным каналам из-за разрушения быстротоков и перепадов, построенных из бетона, буто-бетона, а также деревянных консольных перепадов. Особенно это относится к распределителям Р-14, Р-27, Р-28, земли у хвостовой части которых до сего времени еще не освоены. Учитывая большие трудности освоения просадочных земель в период замочки каналов, автор статьи предложил несколько типов новых конструкций перепадов-быстротоков и некоторых других сооружений, которые можно строить на сильнопросадочных грунтах без предварительной замочки котлованов.

Благодаря простоте строительства и прочности новых материалов, из которых они выполняются, эти сооружения можно переносить с одного места на другое или восстанавливать в случае разрушения из-за просадки грунта. В качестве примера рассмотрим один тип трубчатого перепада-быстротока с гибким шлангом, предложенного автором для применения в сильнопросадочных грунтах и показавшего в работе хорошие результаты (рис. 1).

На асбоцементную (или из другого материала) трубу длиной 4 м надет гибкий оросительный шланг соответствующего диаметра на длину 50—60 см, закрепляемый мягкой 4—6-миллиметровой проволокой или, при больших падениях горизонта воды (более 4 м), — хомутами из полосового железа. Хомуты сечением 3×25 мм состоят из двух половинок, скрепляемых болтами $d = 12$ мм.

Насыпь над трубой делается с учетом запаса на просадку грунта. Откосы насыпи перед трубой крепят дерном, а водобойную часть — дерном или рваным камнем.



1

Схема трубчатого быстротока с гибким шлангом: 1 — асбоцементная труба; 2 — гибкий оросительный шланг; 3 — насыпь над трубой; 4 — крепление откоса насыпи перед трубой дерном; 5 — крепление водобойной части

Водобойную часть можно оставлять и без крепления, так как в конце сооружения образуется воронка и затем размыв грунта прекращается, как это наблюдается за консольным перепадом.

Для укладки гибкого шланга особой подготовки основания или планировки котлована не требуется. При пуске воды в овраг конец шланга можно свободно опустить, и сооружение заменит консольный перепад.

Трубчатый быстроток с гибким шлангом может быть использован как:

- 1) сопрягающее сооружение на оросительной сети, особенно на сильнопросадочных грунтах;
- 2) концевое сбросное сооружение в конце оросительной и сбросной сети; особенно удобно его использовать при сбросе воды с большой высоты;
- 3) водовыпуск с перепадом из магистрального канала;
- 4) дюкер для пропуска воды через овраг или через неудобные земли.

Трубчатые быстроток с гибкими шлангами как опытные сооружения были построены в конце 1963 г. на концевом сбросе У-126 в совхозе «Бука» и на территории комбината «Халкабад» — на землях, подкомандных Северо-Ташкентскому каналу.

Опыт строительства двух трубчатых быстроток с гибким шлангом показал, что такие сооружения вполне пригодны для пропуска воды при любых рельефах, а также на сильнопросадочных грунтах.

Эксплуатация этих сооружений показала, что в гибких шлангах не образуется вакуума, и живое сечение потока меняется в разных местах трубы в зависимости от скорости течения. В связи с этим выход воды из гибкого шланга равномерен, и концевая часть его неподвижна.

Стоимость одного сооружения, рассчитанного на расход до 100 л/сек, с гибким шлангом длиной 18 м составляет (с начислениями) около 60 руб., в то время как стоимость постоянного бетонного сооружения подобного рода — примерно 600 руб., то есть в десять раз больше.

Выводы

1. Описанный тип быстроток с гибким шлангом рекомендуется для применения на сильнопросадочных грунтах в период их замочки и интенсивной осадки в первые годы эксплуатации как самый дешевый из любых, ранее известных постоянных и временных сооружений.

2. Быстроток этого типа можно переносить с места на место. Поэтому при массовой замочке каналов они могут быть сняты с уже замоченных и просевших участков и на месте их построены постоянные сооружения.

3. Трубчатый быстроток с гибким шлангом можно использовать как быстроток, перепад, консольный перепад, водовыпуск из магистрального канала с перепадом горизонтов воды, как открытый дюкер для переброски воды через неудобные участки (овраги).

О перфорации пластмассовых дренажных труб

■ ПРИМЕНЕНИЕ пластмассовых труб при осушении сельскохозяйственных земель закрытым дренажем открывает большие возможности для снижения капитальных затрат на мелиоративное строительство.

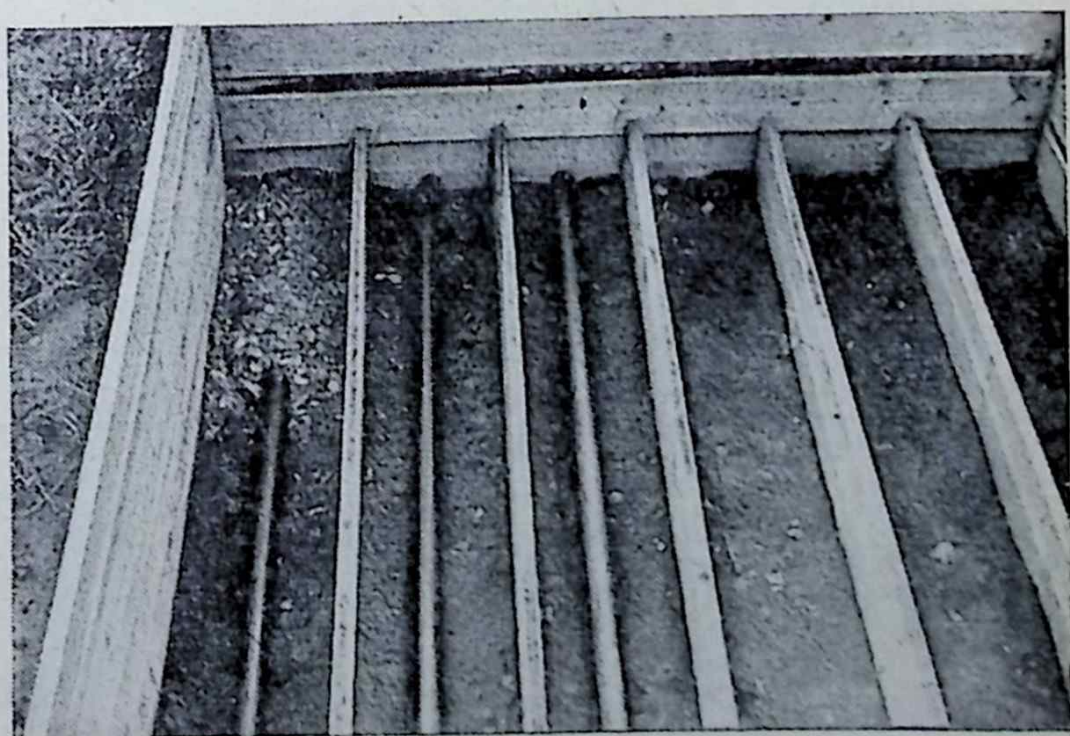
Один из основных вопросов в применении пластмассовых труб для устройства закрытого дренажа — установление наиболее рациональных размеров отверстий в трубах, укладываемых в различных почво-

грунтах. При этом должны быть определены как суммарная площадь отверстий, так и формы и размеры их, которые обеспечивали бы быстрое поступление воды в трубы и, кроме того, предохраняли дрены от заиливания.

Теоретические исследования, проведенные Киркхемом и Швобом (США), показали, что по мере увеличения суммарной площади отверстий в дренажных трубах в пределах до 10 см^2 на 1 пог. м наблюдается значительное увеличение поступления воды в трубы, причем при площади отверстий менее $5 \text{ см}^2/\text{пог. м}$ имеет место прямая пропорциональная зависимость между перфорацией и расходом воды из дренажной трубы.

В Голландии площадь отверстий пластмассовых дренажных труб сначала была принята равной $4 \text{ см}^2/\text{пог. м}$, но затем экспериментальным путем было установлено (Весселинг, Ягер), что такая площадь перфорации не обеспечивает требуемой скорости поступления дренажных вод в трубы. В настоящее время рекомендуется площадь отверстий порядка $9 \text{ см}^2/\text{пог. м}$. Однако ряд фирм ФРГ, Австрии, Дании и других стран продолжает выпускать дренажные пластмассовые трубы с площадью отверстий равной $4\text{—}6 \text{ см}^2/\text{пог. м}$ трубы.

Еще менее изучен вопрос о размере входных отверстий и щелей. Основываясь на теоретических исследованиях, Швоб и Киркхем считают, что максимальный диаметр отверстий, при котором грунт не засоряет дрены, может быть в два раза больше допустимого зазора между



гончарными трубками. Однако пластмассовые дренажные трубки повсеместно перфорируются продольными щелями, причем размеры щелей не увязываются ни с характером почвогрунта, ни с материалом, используемым для защиты труб от заиления. Эти вопросы, имеющие важное практическое значение, совершенно не изучены.

С целью изучения влияния формы и размера входных отверстий на поступление в пластмассовые трубы воды и ила в условиях различных почвогрунтов был поставлен лабораторный опыт.

Исследования проводились в деревянном лотке размером $2,0 \times 1,8 \times 0,8$ м, разделенном перегородками высотой 18—20 см на шесть секций (рис. 1). Во избежание утечек воды и вымыва грунта дно и стенки лотка были покрыты толью.

Испытывали бесшовные пластмассовые трубы из винипласта с наружным диаметром 40 мм и с толщиной стенок 0,8 мм и полиэтиленовые трубы наружным диаметром 50 мм и с толщиной стенок 3 мм. Длина трубы 2 м, суммарная площадь отверстий была принята равной 0,66% поверхности трубы и составляла около $10 \text{ см}^2/\text{пог. м}$. Перфорация была выполнена в виде продольных щелей шириной 0,3, 0,6, 0,8 и 1,0 мм, длиной 25 мм и отверстий диаметром 2 и 3 мм, расположенных по спирали. Данные о перфорации опытных труб приводятся в табл. 1.

Опыты были проведены с двумя типами почвогрунтов: мелкозернистым песком и пылеватым суглинком, заиление дрен в которых происходит больше всего.

Таблица 1

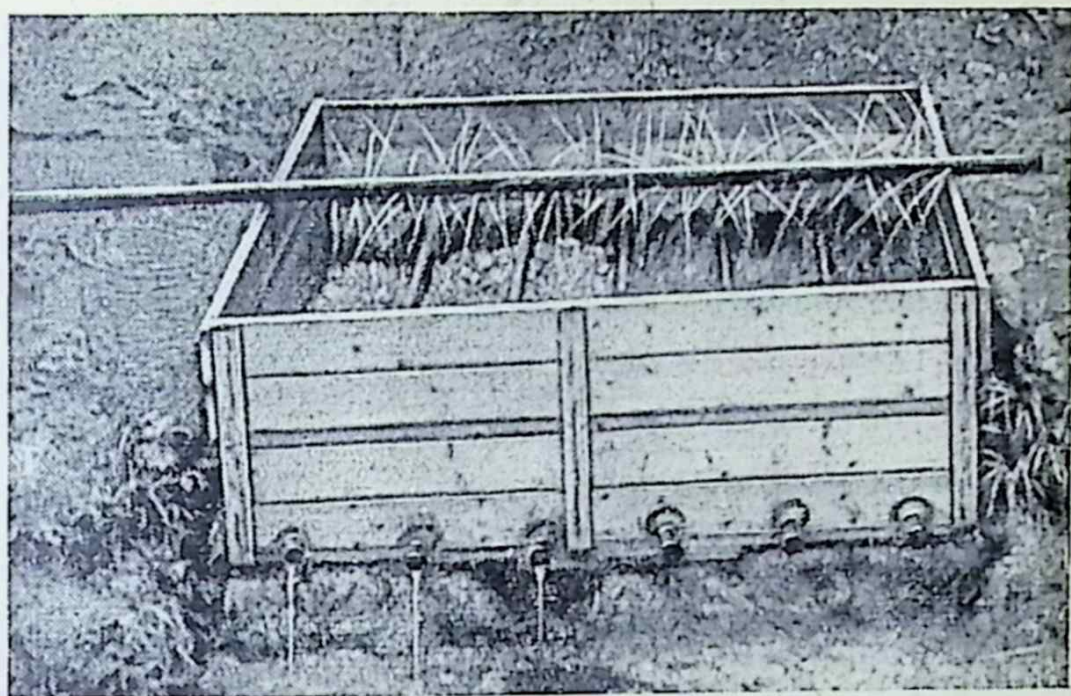
Показатели перфорации дренажных пластмассовых труб

Материал	Форма и размеры отверстий, мм	Площадь отверстия или щели, мм ²	Расстояние между отверстиями, см	Количество отверстий (щелей) на 1 пог. м трубы	Общая площадь отверстий, см ² /пог. м
Полиэтилен	Круглое $\varnothing = 3,0$	7,0	5,0	141	10,0
	Круглое $\varnothing = 2,0$	3,1	3,0	318	10,0
	Щель $1,0 \times 2,5$	25,0	20,0	31	7,7
	Щель $0,6 \times 2,5$	15,0	10,0	60	9,0
	Щель $0,3 \times 2,5$	7,5	4,5	132	9,9
Винипласт	Щель $0,8 \times 2,5$	20,0	12,5	48	9,6

Таблица 2

Механический состав почвогрунтов, используемых в опыте

Почвогрунт	Размер фракций (мм) и их содержание, %						
	> 1,0	1,0—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	< 0,001
Супесь песчаная (пахотный слой)	0,81	3,30	72,68	3,96	8,36	7,51	3,38
Суглинок средний, пылеватый	4,63	8,24	27,87	20,78	10,80	18,99	8,69
Песок мелкозернистый	2,35	3,71	87,36	0,86	5,72	—	—



2

Увлажнение почво-
грунта в эксперимен-
тальной лотке

Для каждого почвогрунта были проведены опыты, как без засыпки, так и с засыпкой 10-сантиметровым слоем почвогрунта, который по механическому составу представляет собой песчаную супесь (табл. 2).

Слой грунта над трубами во всех опытах составлял около 65 см.

Для сравнения были проведены аналогичные опыты с гончарными дренажными трубками. Увлажнение почвогрунта в лотке производили дождеванием при помощи полиэтиленовой трубы, перфорированной щелями. В процессе увлажнения трубу перемещали над лотком. Слой воды на поверхности в начале опыта доводили до 10 см. В течение дня лоток заполняли водой не более трех раз с длительными перерывами для проветривания почвогрунта (рис. 2).

В каждом опыте определяли расход воды из труб с интервалами от 3 до 14 мин. Замеры производили сосудами одновременно из всех труб. Продолжительность опыта в каждом варианте была около 10 час. По окончании опыта определяли количество наилка, отложившегося в трубах, путем их промывки, выпаривания раствора и взвешивания твердого остатка. Кроме того, определяли мутность воды, вытекающей из труб. Содержание ила в воде оказалось очень малым в сравнении с количеством наилка, отложившегося в трубах. Поэтому в последующих опытах мутность воды не определяли.

В табл. 3 приводятся данные о средних расходах воды из пластмассовых труб и степени их заилиения. В песчаном грунте форма и размеры щелей и отверстий в трубах не оказали существенного влияния на сток, который начинался и прекращался во всех трубах одновременно. Лучше всех работали полиэтиленовые трубы с отверстиями диаметром 3 мм и щелями шириной 1 мм, а также винипластовая труба.

Однако минимальные расходы из труб с отверстиями 2 мм и шириной щели 0,3 и 0,6 мм были меньше максимальных только на 30%.

Засыпка пахотным слоем труб, укладываемых в песчаном грунте, резко (в среднем в 10 раз) уменьшила расход воды. При этом лучшими вариантами перфорации остались те же, что и без присыпки труб. Приближенный расчет показал, что в случае засыпки труб пахотным слоем максимальный модуль стока (при расстоянии между дренами 30 м) был равен 0,38 л/сек/га, в то время как без присыпки даже минимальный модуль стока составил 0,96 л/сек/га.

В пылеватом суглинке форма и размеры отверстий очень сильно влияли на поступление воды в трубы. Как видно из табл. 3, максималь-

Характеристика работы перфорированных пластмассовых дренажных труб при засыпке дрен различными материалами

Дренажная труба	Занесение дренажных труб при укладке в различных грунтах							
	в мелкозернистом песке		в мелкозернистом песке с присыпкой труб пахотным слоем (10 см)		в пылеватом суглинке		в пылеватом суглинке с присыпкой труб пахотным слоем (10 см)	
	средний расход воды, $\text{см}^3/\text{мин}$	количество напайка в трубе, г	средний расход воды, $\text{см}^3/\text{мин}$	количество напайка в трубе, г	средний расход воды, $\text{см}^3/\text{мин}$	количество напайка в трубе, г	средний расход воды, $\text{см}^3/\text{мин}$	количество напайка в трубе, г
Виниловая, ширина щели 0,8 мм	460	151,5	53	8,4	280	58,1	340	18,3
Полиэтиленовая с отверстиями $d = 3 \text{ мм}$	520	416,6	135	21,2	50	41,0	53	15,0
Полиэтиленовая с отверстиями $d = 2 \text{ мм}$	340	103,2	10	33,0	100	24,6	182	27,8
Полиэтиленовая со щелями шириной 1,0 мм	480	127,6	40	7,2	122	32,1	110	5,0
Полиэтиленовая со щелями шириной 0,6 мм	410	22,6	15	4,0	14	14,1	27	2,3
Полиэтиленовая со щелями шириной 0,3 мм	370	6,8	6	1,9	10	4,6	39	3,6

Примечание. Средний расход определен как среднее арифметическая величина из всех измерений расходов, произведенных в течение опыта. Все значения приведены для площади отверстий 10 см^2 .

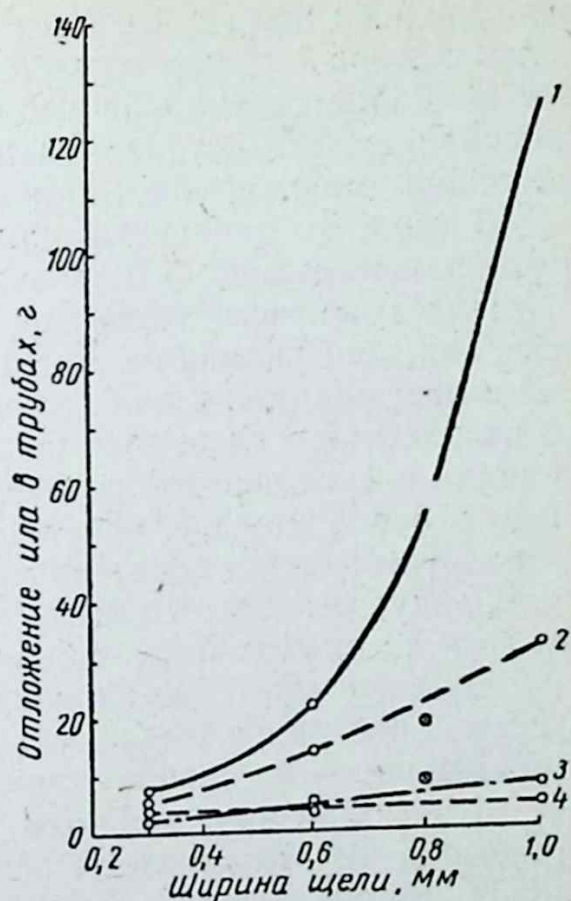
ный сток отмечен из винипластовой и полиэтиленовой труб при ширине щели 1 мм и диаметре отверстий 2 мм. Расходы из полиэтиленовых труб при ширине щелей 0,3 и 0,6 мм были в 20—28 раз меньше, чем расходы из винипластовой трубы.

Засыпка пахотным слоем труб, уложенных в суглинистом грунте, увеличила сток из труб в среднем на 30%, причем для труб со щелями шириной 0,3 и 0,6 мм увеличение стока было значительно большим — соответственно в 3,9 и 1,9 раза. При этом модуль стока (при расстоянии между дренами 15 м) будет равен: для наилучшего варианта перфорации (винипластовая труба, ширина щели 0,8 мм) — 1,9 л/сек/га и для худшего варианта (полиэтиленовая труба со щелями 0,6 мм) — 0,15 л/сек/га.

На основании анализа данных по стоку можно отметить, что в мелкозернистом песке без присыпки труб пахотным слоем расчетный модуль стока обеспечивался перфорацией во всех вариантах, которые испытывались в опыте. В пылеватом суглинке наиболее эффективной оказалась перфорация в виде щелей шириной 0,8—1,0 мм и отверстий диаметром 2 мм.

Данные о заилении пластмассовых дренажных труб, приведенные в табл. 3 и на рис. 3, показывают, что менее всего заиливаются трубы, перфорированные щелями шириной 0,3 и 0,6 мм. Количество ила в этих трубах было меньше, чем в трубах со щелями шириной 1 мм, соответственно в 19 и 5,6 раза в песчаном грунте и в 7 и 2,3 раза в суглинке.

Присыпка труб пахотным слоем почвогрунта уменьшила интенсивность заиливания в 11 раз в мелкозернистом песке и в 2,4 раза в пылеватом суглинке. При этом ширина щели практически не влияла на заиливание труб. На рис. 3 также видно, что винипластовая труба с перфора-



3

Влияние ширины щели на заиливание пластмассовых труб

Таблица 4

Заиливание гончарных и пластмассовых труб в зависимости от вида перфорации

Вид труб	Заиливание дренажных труб в почвогрунтах			
	в мелкозернистом песке	в мелкозернистом песке с присыпкой труб пахотным слоем (10 см)	в пылеватом суглинке	в пылеватом суглинке с присыпкой труб пахотным слоем (10 см)
Пластмассовые с шириной щелей от 0,3 до 1,0 мм	77,1	5,4	27,2	7,3
Пластмассовые с отверстиями $\varnothing$ 2—3 мм	260,0	27,1	32,8	21,4
Гончарные со щелями в стыках	830,0	366,0	126,0	39,0

цией щелями шириной 0,8 мм во всех опытах заиливалась сильнее, чем полиэтиленовая труба со щелями шириной 1 мм. Это объясняется тем, что винипластовая труба имела значительно бóльшую водоприемную способность, вследствие меньшей (в четыре раза) толщины стенки и лучшей смачиваемости винипласта по сравнению с полиэтиленом.

В табл. 4 приведены данные по заилению обычных гончарных и пластмассовых труб в зависимости от характера перфорации.

Пластмассовые трубы заилились значительно меньше, чем гончарные. Так, при укладке в мелкозернистый песок в полиэтиленовых трубах с перфорацией в виде щелей отложилось ила в 11 раз, а при засыпке их пахотным слоем — в 68 раз меньше, чем в гончарной трубе. При укладке в суглинистый грунт количество ила в пластмассовых трубах было в 5 раз меньше, чем в гончарных трубах, как в случае засыпки их пахотным слоем почвогрунта, так и без нее.

Следует также отметить, что заилиение труб с круглыми отверстиями во всех опытах было больше, чем труб с перфорацией в виде щелей.

Анализ данных по заилению пластмассовых дренажных труб показывает, что при укладке их в мелкозернистом песке с увеличением ширины щелей заилиение труб значительно возрастает. Поэтому наиболее целесообразным является устройство щелей шириной 0,3—0,4 мм. Присыпка пахотным слоем почвогрунта резко снижает заилиение труб, причем ширина щели уже не оказывает существенного влияния на их заилиение.

Учитывая то, что при укладке труб в песчаном грунте присыпка их пахотным слоем примерно в 10 раз снижает дренажный сток, необходимо изыскивать более эффективные материалы для защиты труб от заилиения. Экспериментальные данные, полученные в опыте, показали, что обкладка труб стекловатой снизила заилиение труб приблизительно в 12 раз. То же подтверждается и немецкими данными.

Выводы

1. Перфорация дренажных труб наиболее целесообразна в виде продольных щелей.

2. Поступление дренажных вод в пластмассовые трубы существенно зависит от материала, из которого изготовлены трубы, и толщины их стенок. В связи с этим предпочтение следует отдать винипласту (поливинилхлориду), обладающему лучшей смачиваемостью и большей жесткостью в сравнении с полиэтиленом.

3. При укладке дренажных труб в пылеватых суглинистых грунтах следует применять присыпку их пахотным слоем почвогрунта. Это снижает заилиение труб и повышает скорость отвода избыточных вод. Лучший результат в этом случае дает перфорация в виде щелей шириной 0,3—0,4 мм.

4. При укладке в мелкозернистом песке сток из дренажных труб мало зависит от ширины щелей, а заилиение труб со щелями шириной 0,3 мм во много раз меньше, чем со щелями шириной 1 мм. Перфорацию труб рекомендуется делать в виде щелей шириной 0,3—0,4 мм.

5. При укладке труб в мелкозернистых песках наблюдается интенсивное их заилиение. Присыпка труб пахотным слоем резко уменьшает сток. Поэтому необходимо изыскать более эффективные материалы для защиты труб от заилиения. Наиболее перспективными в этом отношении являются стекловата и стекловолокно.

Экономическая эффективность обводнения пастбищ в Казахской ССР

■ В СТАТЬЕ Н. А. Алексеева * об обводнении пастбищ приведены технико-экономические показатели различных вариантов этого обводнения. Автор статьи правильно подчеркивает, что необходимость строительства дорогостоящих обводнительных сооружений на пастбищах, используемых в течение ограниченного периода в году, требует разработки новых приемов обводнения пастбищ.

В Казахстане на площади 35—40 млн. га пустынных и полупустынных пастбищ намечена организация за 1966—1970 гг. более 200 новых овцеводческих совхозов.

В республике уже имеется более 400 таких совхозов, где по существу на десятках миллионов гектаров вопрос обводнения пастбищ нужно решать на новой, современной основе. Поэтому вопрос правильного определения путей обводнения пастбищ для Казахстана имеет очень важное значение.

Институт «Казгипроводэлектрo» за последние 5 лет составил более 50 проектов и разработал различные варианты обводнения пастбищ на площади свыше 20 млн. га. При этом почти для половины площадей пастбищ вариант развозки воды на расстояние 10—12 км оказался по расчетам экономически более выгодным, чем частая сеть водопойных пунктов. Поэтому не случайно, что в Казахстане за последние годы развозка воды на водопойные пункты автоцистернами получила широкое распространение.

Н. А. Алексеев на основе принятых исходных данных проанализировал технико-экономические показатели такого варианта обводнения и пришел к выводу, что развозка на любое расстояние по экономическим показателям не имеет никаких преимуществ по сравнению со строительством частых водоисточников на всей площади пастбищ без подвозки воды.

Этот вывод Н. А. Алексеева не подтверждается данными из многих проектов обводнения пастбищ, составленных в Казахстане. В связи с этим было бы неправильным отказываться от варианта развозки воды во всех овцеводческих хозяйствах, так как это приведет к неоправданному увеличению капитальных вложений, значительному удлинению сроков строительства обводнительных сооружений и освоения пастбищ, а в ряде случаев — к увеличению ежегодных издержек по эксплуатации обводнительных сооружений.

Анализируя исходные данные, принятые для расчетов Н. А. Алексеевым, можно указать на два основных положения, создающие искусственные преимущества для варианта частых водоисточников.

В этих расчетах приняты очень высокая продуктивность пастбищ, не характерная для условий Средней Азии и Казахстана, и недопусти-

* Н. А. Алексеев. Об обводнении пастбищ редкими водоисточниками. Журн. «Гидротехника и мелиорация» № 6, 1965.

мо большое количество скота в зоне обслуживания одного водопойного пункта. Если принять нагрузку на один водопойный пункт не 5000 голов скота, а 2000 (как это рекомендуется нормами), то количество водопойных пунктов для принятого поголовья возрастет в 2,5 раза.

Институт «Казгипроводэлектро» получил в 1965 г. исходные данные для организации проектов 13 новых овцеводческих совхозов в Актюбинской области на площади 6309 тыс. га, в среднем по 483 тыс. га на совхоз с расчетным поголовьем 60—70 тыс. овец. Для правильного определения преимуществ разных вариантов обводнения нами проанализирован проект обводнения пастбищ овцеводческого совхоза им. Крупской, Байганинского района, Актюбинской обл., имеющего 374 тыс. га пастбищ и расчетное поголовье 70 тыс. овец.

Исходные данные взяты из проекта организации этого среднего по размерам совхоза, составленного институтом «Казгипрозем».

Общая площадь земель совхоза 415 тыс. га, из них пастбищ — 374 тыс. га. Кормовые ресурсы пастбищ 790 тыс. ц, или 314 тыс. ц корм. ед. Расчетное поголовье (в переводе на овец) 70 тыс. голов. Выход мяса 37 кг/га, шерсти 3 кг/га, стоимость продукции за год 36 руб./га. Пастбищный период 270 дней; доход 27 руб./га.

В качестве водоисточников приняты запроектированные 22 шахтных и 53 трубчатых колодца глубиной от 100 до 250 м. Площадь обводнения от одного водоисточника принята в 5 тыс. га. Количество воды, используемое на водопой 70 тыс. голов овец в течение 270 дней, считая по 10 л на одну овцу, округленно исчисляется в 190 тыс. м³.

Для определения технико-экономических показателей применен метод, принятый Н. А. Алексеевым. Размеры капитальных вложений и эксплуатационных затрат на обводнение взяты из проекта обводнения пастбищ совхоза (табл. 1).

Из таблицы видно, что показатели удельных капиталовложений на строительство сооружений и приобретение автоцистерн, а также фондоемкость для вариантов развозки воды значительно ниже показателей обводнения с частыми водоисточниками.

В нашем примере удельные издержки по эксплуатации сооружений и автоцистерн и соответственно себестоимость 1 м³ воды для вариантов развозки на принятое расстояние также ниже.

Во всех проектах, составленных институтом «Казгипроводэлектро» для условий Казахстана, себестоимость 1 м³ воды при обводнении частыми водоисточниками колебалась от 40 коп. до 1 руб. 74 коп., в зависимости от типа сооружений и дебита источника. В варианте, разработанном Гипроводхозом в 1965 г. для Айдарлинского совхоза, Алма-Атинской области, себестоимость 1 м³ воды при частых водоисточниках также равна 45 коп. Все это говорит о том, что выводы Н. А. Алексеева, полученные для особых условий, не могут служить основанием для утверждения, что в конкретных условиях значительного количества хозяйств развозка воды по экономическим показателям не имеет преимуществ.

Считаем целесообразным сравнить варианты обводнения из частых водоисточников и развозки воды с вариантом подачи воды по полиэтиленовым трубам (табл. 2).

Для определения показателей и эффективности варианта водоснабжения водопойных пунктов по водоводам из полиэтиленовых труб используем расчеты образцово-показательной схемы обводнения пастбищ совхоза «Берчогурский», Актюбинской области, составленной в 1965 г. Гипроводхозом. Совхоз имеет 304 тыс. га пастбищ и расчетное поголовье

**Технико-экономические показатели различных вариантов
обводнения пастбищ в совхозе им. Крупской, Актюбинской области,
Казахской ССР**

Показатель	Обозначение	Обвод- нение из частых водос- точников	Обводнение из ред- ких водисточников с подвозкой воды на расстояние, км	
			7,5	13,5
Площадь обводнения, <i>тыс. га</i>	ω	374	374	374
Количество водисточников, <i>шт</i>	H	75	12	6
Количество водопойных пунктов, <i>шт</i>	n	75	75	75
Поголовье скота в зоне обслуживания одного водисточника, <i>тыс. гол.</i>	Π	0,94	5,8	11,5
Стоимость валовой продукции живот- новодства в совхозе, <i>тыс. руб.</i>	$ВД$	1890	1890	1890
Капитальные вложения на строитель- ство сооружений водоснабжения, <i>тыс. руб.</i>	$Kв$	770	299	252
В том числе на строительство водоза- борных сооружений, <i>тыс. руб.</i>	"	665	144	72
водопойных пунктов, <i>тыс. руб.</i>	"	105	105	105
приобретение автоцистерн, <i>тыс. руб.</i>	"	—	50	75
Удельные капиталовложения на строи- тельство сооружений водоснабжения и приобретение автоцистерн, <i>руб./га</i>	$\frac{Kв}{\omega}$	2,06	0,80	0,67
Капитальные вложения на сельскохо- зяйственное освоение пастбищ, <i>тыс.</i> <i>руб.</i>	$Kс$	1260	1260	1260
Суммарные капиталовложения, <i>тыс.</i> <i>руб.</i>	$K = Kв + Kс$	2030	1559	1412
Фондоемкость	$\frac{K}{ВД}$	1,07	0,83	0,75
Удельные суммарные капитальные вло- жения, <i>руб./га</i>	$\frac{K}{\omega}$	0,54	0,42	0,38
Ежегодные издержки по эксплуатации сооружений водоснабжения и авто- цистерн, <i>тыс. руб.</i>	$Ев$	124	105	129
Удельные ежегодные издержки по эксплуатации сооружений водоснаб- жения из автоцистерн, <i>руб./га</i>	$\frac{Ев}{\omega}$	0,33	0,28	0,32
Себестоимость воды, <i>коп./м³</i>	$Св = \frac{Ев}{W}$	65	55	68
Ежегодные сельскохозяйственные из- держки, <i>тыс. руб.</i>	$Ес$	840	840	840
Суммарные ежегодные издержки, <i>тыс.</i> <i>руб.</i>	$E = Ев + Ес$	964	945	969
Удельные суммарные ежегодные из- держки, <i>руб./га</i>	$\frac{E}{\omega}$	2,58	2,53	2,59
Чистый доход, <i>тыс. руб.</i>	$ЧД = ВД - E$	926	945	921
Удельная величина чистого дохода, <i>руб./га</i>	$\frac{ЧД}{\omega}$	2,48	2,52	2,46
Коэффициент эффективности	$\frac{ЧД}{K}$	0,46	0,61	0,66
Общие затраты при их окупаемости за 10 лет, <i>млн. руб.</i>	$T = K + 10E$	11,67	11,01	11,10
Сумма полученного чистого дохода за 10 лет, <i>млн. руб.</i>	—	9,26	9,45	9,21
На получение 1 руб. чистого дохода затрачено средств, <i>руб.</i>	—	1,26	1,17	1,20

Таблица 2

Сравнительные данные о затратах на обводнение пастбищ в совхозе „Берчогурский“ по различным вариантам

Вариант водоснабжения	Капитальные затраты К, тыс. руб.	Годовые эксплуатационные затраты Э, тыс. руб.	Приведенные затраты при T=10 лет, тыс. руб.
Из частых водоисточников	770	124	2010
С развозкой воды на 7,5 км	299	105	1419
С подачей воды по полиэтиленовым водоводам	1635	205	3685

78 тыс. овец. Естественно-исторические условия сходны с условиями в совхозе им. Крупской, той же области.

Капитальные затраты на обводнение пастбищ в совхозе определены в 4,37 руб./га, а ежегодные расходы на эксплуатацию — 0,54 руб./га.

Из таблицы 2 видно, что второй вариант — с развозкой воды на 7,5 км — значительно выгоднее первого и третьего вариантов — из частых водоисточников и с подачей воды по полиэтиленовым водоводам.

Приведенные затраты по второму варианту за 10 лет дадут 661 тыс. руб. (или 33%) экономии средств по сравнению с первым вариантом.

Третий вариант — подача воды по полиэтиленовым водоводам — экономически невыгоден до тех пор, пока стоимость труб не будет значительно снижена.

В 1964 г. вышла книга С. Тлеубергенова «Экономика и организация механизированного водоснабжения овец на пастбищах» (Изд-во «Кайнар», г. Алма-Ата).

Анализируя разные варианты обводнения пастбищ, автор ее использует данные фактических наблюдений во многих хозяйствах и приходит к выводу о высокой экономической эффективности развозки воды. По данным С. Тлеубергенова, стоимость 1 м³ воды, доставленной с помощью автоцистерн, в большинстве случаев значительно выше, чем стоимость воды, полученной из шахтных и трубчатых колодцев. Однако картина существенно меняется после анализа удельных капитальных затрат, чистого дохода и срока окупаемости для схем механизированного водоснабжения на базе многодебитных водоисточников и применения автотранспорта для подвоза воды.

В таблице 43 этой книги автор приводит данные об экономической эффективности транспортирования воды при разных типах обводнительных сооружений (скважина и самотечный водопровод) с развозкой и без развозки воды.

Оказывается, что удельные (на обводнение 100 га пастбищ и на водопой одной овцы) капитальные затраты в вариантах без развозки воды примерно в два раза выше, чем в вариантах с развозкой ее.

Соответственно чистый доход от овцеводства для скважин с развозкой возрастает в 2,5—4,4 раза, а для водопровода с развозкой — в 3 раза. Соответственно сокращаются сроки окупаемости капиталовложений.

Все это свидетельствует о достаточно высокой экономической эффективности использования для развозки воды на пастбища автоцистерн в сочетании с дорогостоящими многодебитными обводнительными сооружениями.

Кроме экономических показателей, есть еще и другие преимущества варианта обводнения с развозкой воды.

Полное освоение территории совхоза и достижение расчетного поголовья скота планируются обычно на 6—8 лет. Построив редкую сеть водосточников и приобретя несколько автоцистерн, уже на второй год можно использовать любую часть территории совхоза, чего нельзя сделать при частой сети водосточников, так как освоение пастбищ в этом случае растягивается на срок строительства всех водосточников.

Принятый средний радиус подгона скота в 4 км при частой сети сооружений неприемлем для маточного поголовья и молодняка овец, а сокращение радиуса водопоя вызовет дополнительные затраты. При развозке воды автоцистернами можно подвозить ее в любой район пастбищ.

Серьезное возражение против развозки возникает из-за трудности подвоза воды в период бездорожья. Овцеводческим совхозам в Казахстане намечено выделить с 1966 г. тягачи Т-125 высокой проходимости, с помощью которых можно подвозить воду цистернами емкостью 6—8 м³, что на 25—35% снизит себестоимость подвозки против расчетной в нашем примере. Такие тягачи в стойловый период содержания овец можно использовать также для подвоза кормов.

На значительных массивах пастбищ в Казахстане хороший травостой образуется лишь в отдельные периоды года и притом не каждый год. По настоянию землепользователей там построена частая сеть сооружений, которая используется, однако, лишь при наличии кормов. В течение долгого времени эти сооружения находятся без охраны и быстро разрушаются. При использовании подвижных механизированных отрядов с автоцистернами таких непроизводительных затрат не было бы.

Редкая сеть с развозкой воды позволит легко перейти к транспортировке воды по трубопроводам из пластмасс, когда это экономически станет выгодным.

Приведенные расчеты не ставят цели доказать, что следует повсеместно перейти к развозке воды. Во многих хозяйствах и при разных условиях такой метод водоснабжения технически нецелесообразен и экономически невыгоден. Тем не менее развозка воды при обводнении пастбищ может быть применена в любых условиях.

Для значительной части совхозов Казахстана этот способ обводнения позволит и в ближайшие годы с меньшими затратами освоить большие пастбищные массивы и использовать их кормовые ресурсы.

Из практики вращательного бурения на воду

■ **ВНЕДРЕНИЕ** метода опережающего опробования водоносности песков, разработанного институтом «ВСЕГИНГЕО» совместно с Краснодарской геологической экспедицией [3], устраняет важный недостаток вращательного бурения на воду с применением глинистого раствора в неустойчивых породах. Теперь опробование всех встречаемых водоносных песков доступно и оно производится в процессе бурения без крепления скважин трубами при сохранении в стволе глинистого раствора.

Хорошим примером этого является опыт разведочных на воду работ в северо-западной части Азово-Кубанского артезианского бассейна при поисках пресных вод для водоснабжения г. Ейска. Здесь в 300-метровой толще отложений плиоцена 13 скважинами вскрыто и опробовано 5 водоносных горизонтов. Всего произведено 121 опробование. При этом более чем 100-метровая толща водоносных песков киммерия опробовалась через каждые 10—15 м. В некоторых скважинах проведено 15 опробований. В результате получены достоверные сведения об изменениях химизма вод по всему разрезу и установлено содержание в них сероводорода. В среднем на одно опробование затрачено около одной станко-смены. Перспективные водоносные слои каптированы фильтрами и испытаны откачками, подтвердившими достоверность опережающего опробования.

На первый взгляд закачка 200—300 л чистой воды в скважину, скрывающую рыхлые породы и закрепленную не трубами, а глинистым раствором, кажется делом недопустимым. Однако опасность здесь только кажущаяся. Следует учитывать, что вода, закачиваемая в пласт испытываемого песка, находится под давлением большим, чем давление глинистого раствора в забое. Большая часть воды поглощается пластом песка при внедрении опробователя, а оставшаяся ее часть, вымывающая песок в глинизированный ствол скважины, восходящим потоком движется по центральной части ствола, оmyвая инструмент. У стенок ствола влияние воды сказывается мало, что и сохраняет его устойчивость. Как тяжелый глинистый раствор тонет в чистой воде, так более легкая вода потоком восходит в глинистом растворе, сохраняя наибольшую скорость в осевой части ствола. Вода постепенно смешивается с глинистым раствором, разбавляя его. Но в забое раствор остается более плотным и при разбавлении водой, удерживая рыхлые породы стенок ствола.

Необходимо учитывать также и расход воды, заполняющей внутреннюю полость инструмента, которая при опускании его остается пустой. На заполнение 100-метровой полости инструмента $d=50$ мм требуется 120 л воды, которая не достигает забоя. В конечном счете в ствол скважины поступает малая часть воды, и ему не угрожает обвал.

Может случиться, что по ряду причин попытка опробования окажется неудачной.

Рассмотрим эти причины и способы их устранения.

1. Неисправность клапанов или несработка их (рис. 1). Если скользящий клапан 12 не поставлен или, будучи неплотно закрепленным пружиной, выпадает из гнезда в самом начале его опускания, то глинистый раствор заполнит внутреннюю полость штанг и, процеживаясь через фильтрующую поверхность опробователя, закольматирует ее. Чем быстрее опустится опробователь, тем сильнее уплотнится глинистая корка на нем, которая не размоется даже при внедрении опробователя в чистый песок. Такой фильтр не пропустит воды из испытуемого пласта в опробователь.

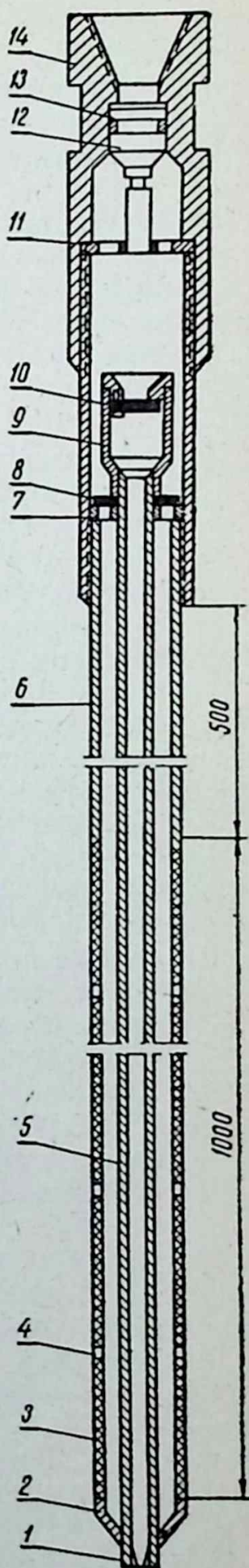
2. Если кольцевой клапан 8 и обратный клапан 10 будут плохо выполнены или непрочны, то в первом случае клапан не откроется, и вода не поступит через фильтр при откачке, а во втором случае при откачке песок из забоя будет поднят по трубке 5, заполнит клапанную коробку, вследствие чего подача воды прекратится.

3. Если опробователь опускается в забой без предварительной разборки, очистки, промывки и смазки, то фильтр и клапанная коробка могут забиться глинистым раствором, заполняющим прибор при извлечении его из скважины после каждого опробования.

Заполнение опробователя глинистым раствором происходит оттого, что после откачки чистой воды он попадает в заполненный глинистым раствором ствол, находящийся под давлением большим, чем пластовое давление в водоносном песке. Чем больше глубина скважины и удельный вес раствора, тем под большим избыточным давлением раствор проникает через сетку и кольцевой клапан 8 в полость штанг. Поэтому промывка и очистка фильтра от грязи после опробования совершенно обязательны.

4. Погружение фильтра-опробователя в неразбуренный пласт песка не следует допускать на глубину большую, чем расстояние от сопла до низа клапанной коробки (1,5 м), а длину глухой части каркаса между клапанной коробкой и фильтром не следует делать меньше 0,5 м. Если глухая часть каркаса фильтра будет меньше 0,5 м, то погруженный в песок фильтр может оказаться недостаточно перекрытым осевшим песком и не заглинизированным. Это приведет к фонтанированию скважины после прекращения закачки воды, которая будет выжата глинистым раствором на забое. Опробование будет неудачным.

5. Опайка швов сетки на каркасе фильтра должна быть выполнена аккуратно и прочно. Особенно это относится к нижней секции каркаса. В противном случае внед-



Фильтр - опробователь:
1 — насадка; 2 — башмак; 3 — секция фильтра; 4 — пояска между секциями фильтра; 5 — промывочная трубка; 6 —

каркас фильтра; 7 — решетка всасывающего клапана; 8 — клапан всасывающий; 9 — корпус обратного клапана; 10 — клапан обратный; 11 —

опорная решетка клапана скользящего; 12 — клапан скользящий; 13 — уплотнение; 14 — переходник на рабочем инструменте

рение опробователя в песок при малой производительности насоса или чрезмерно большой расходе может повредить сетку нижних секций. Песок проникнет в клапанную коробку и осядет в ней. Опыт, таким образом, окажется неудачным.

6. Перед опробованием необходимо хорошо промыть циркуляционную систему — всасывающий клапан, шланг, насос, квадрат. Промывочная вода не должна содержать песка. В противном случае песок из раствора или воды, попав в клапанную коробку, где скорость потока в 3—4 раза меньшая, чем в проходах замков, выпадет и осядет вдоль стенок коробки на кольцевом клапане 8. Достаточно 50—60 см³ песка, чтобы при откачке он воспрепятствовал работе кольцевого клапана.

7. При опробовании водоносных песков, залегающих на глубинах порядка 400—600 м и более, необходимо предварительно промыть и штанги. Раствор, оставшийся на стенках бурильных труб, содержит много песка. Если начать закачку воды на забой для внедрения фильтра-опробователя, то смытый песок частично может осесть на кольцевом клапане 8, что может привести к неудаче опыта.

Промывку штанг можно произвести с помощью грязевого насоса во время подъема инструмента перед опробованием очередного горизонта. Для этого необходимо иметь вспомогательный шланг (резинový или пеньковый). Присоединив этот шланг к сбросному патрубку насоса или к низу квадрата, можно подавать воду верхнему рабочему. Верхний конец вспомогательного шланга должен быть снабжен насадкой из трубки $d=12$ мм, которая вставляется в каждую штангу на 5—10 сек. При промывке штанг одновременно промоется и система всасывающий клапан — насос — шланг — квадрат.

Во избежание закупорки кольцевого клапана 8 песком, осаждаемым из промывочной воды, при испытании глубоких водоносных горизонтов кольцевой зазор между внутренней стенкой коробки и корпусом клапана следует защитить сетчатым кольцевым колпачком, который направит песок в промывочную трубку через обратный клапан, а при откачке пропустит воду, поступающую через кольцевой клапан.

8. В самом начале опыта вода, закачиваемая по штангам, встречает сопротивление сжимаемого воздуха. В этот момент внедрение опробователя в песок обычно малоэффективно. В этом случае мастер обычно стремится усилить расходку, но она может вызвать повреждение опробователя. Следует помнить, что при глубине скважины 250—300 м для вытеснения воздуха из штанг $d=50$ мм требуется минута, а при глубине 500—600 м внедрение опробователя будет малоэффективным в течение двух минут и только когда в забой поступит вода, опробователь легко погрузится в песок. Мастер должен это учесть и не допускать большой расходки снаряда.

9. При откачке воды компрессором большой производительности и высокого давления по центральной системе эрлифта, когда водоподъемными трубами служат штанги малого сечения, а воздушными — трубы $d=22$ мм, вода из пласта может не поступать только потому, что воздух отождмет воду и возвратится по кольцевому зазору. При этом создается ложное представление об отсутствии воды. Количество подаваемого воздуха необходимо регулировать от 0,25 м³/мин до 0,50—0,70 м³/мин.

10. Недопустимо продолжение закачки воды в пласт после погружения фильтра-опробователя на всю его длину (1,5 м). Циркуляция воды без расходки снаряда может привести к образованию ствола,

Глубина слоя опробо- вания, м	Затирка I м керн в грунтах II категории	Подъем инстру- мента	Промывка скважин, замена раствора	Спуск и подъем опробо- вателя	Внедрение опробователя в пласт	Монтаж оголовка, спуск и подъем воз- душных труб	Спуск и подъем дат- чика на глу- бину 75 м	Откачка воды в тече- ние 3—4 часов	Замер пьезо- метром уровня и его восстанов- ление	Спуск сна- ряда на забой, промывка и опривка скважины	Итого станко- смен при 7-часовом рабочем дне
0—50	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,09	0,5	0,15	0,03	1,04
50—100	0,05	0,04	0,10	0,04	0,05	0,04	0,09	0,5	0,15	0,05	1,11
100—150	0,05	0,04	0,15	0,08	0,05	0,04	0,09	0,5	0,15	0,08	1,23
150—300	0,05	0,06	0,30	0,13	0,05	0,04	0,09	0,5	0,15	0,15	1,52
300—400	0,05	0,07	0,40	0,18	0,05	0,04	0,09	0,5	0,15	0,20	1,73
400—500	0,05	0,09	0,50	0,18	0,05	0,04	0,09	0,5	0,15	0,25	1,90
500—600	0,05	0,18	0,60	0,26	0,05	0,04	0,09	0,5	0,15	0,30	2,22
600—700	0,05	0,18	0,70	0,36	0,05	0,04	0,09	0,5	0,15	0,35	2,47
700—800	0,05	0,23	0,80	0,46	0,05	0,04	0,09	0,5	0,15	0,40	2,77
800—900	0,05	0,28	0,90	0,56	0,05	0,04	0,09	0,5	0,15	0,45	3,07
900—1000	0,05	0,33	1,00	0,66	0,05	0,04	0,09	0,5	0,15	0,50	3,37

Примечание. Откачка воды в течение 3—4 часов и замер пьезометрического уровня в течение 1 часа приняты на основании опыта Краснодарской гидрогеологической партии.

способного затем поглощать жидкость и заглинизироваться. В этом случае вода в фильтр может не поступить, и опыт будет неудачным.

11. Принятый к опробованию слой пласта может оказаться или вовсе безводным или с очень низкой водоотдачей, что, естественно, исключает возможность получения из него воды. В таких случаях опробование не дает обычного результата из-за гидрогеологических условий испытываемого пласта — отсутствия в нем воды.

Если при опробовании будут выполнены перечисленные выше условия нормальной работы, то фильтром-опробователем можно надежно опробовать все водоносные пески, независимо от глубины их залегания.

Во всех случаях погружения фильтра-опробователя и водоносности песка необходимо соблюдать условия оптимальной работы насоса и частоты расходки снаряда. В этом и заключается все искусство опробования, обеспечивающее минимальное количество закачиваемой в скважину воды и устойчивость ствола, не закрепленного трубами.

В приведенной таблице содержатся данные о затратах труда на опробование водоносных горизонтов (песчаных пластов). Этими данными рекомендуется пользоваться в расчетах при бурении скважин на воду.

Л и т е р а т у р а

1. Лободин В. А., Тесля А. Г. Опыт внедрения фильтра-опробователя в Краснодарской геологической экспедиции. Журн. «Разведка и Охрана Недр» № 2, 1964.
2. Симонов Е. В., Тесля А. Г. Новый способ опробования водоносных горизонтов. Журн. «Разведка и Охрана Недр» № 9, 1963.
3. Тесля А. Г. Метод опережающего опробования водоносных горизонтов при бурении скважины на воду. Журн. «Гидротехника и мелиорация» № 10, 1964.

Канд. техн. наук А. В. НАДАРЕЙШВИЛИ
(г. Тбилиси)

628.112.22

О борьбе

с пескованием

артезианских скважин

■ В ПОСЛЕДНИЕ годы в связи с широким использованием подземных вод, забираемых из песчаных артезианских пластов буровыми скважинами, остро встал вопрос о борьбе с пескованием последних. Этому вопросу посвящен ряд статей в журналах [1, 2, 3].

Основными причинами пескования скважин является эксплуатация их без регулирования и ограничения дебита и неудовлетвори-

тельное качество фильтров. При эксплуатации без ограничения дебита скорость фильтрации в водоносном пласте часто превышает критические величины, при которых начинается интенсивный вынос песка в скважину. В определенных условиях (в особенности при отсутствии подобранного должным образом фильтра или неудовлетворительном его состоянии) вынос песка в скважину принимает катастрофические

размеры и приводит к выходу ее из строя. Восстановить такую скважину практически невозможно.

При песковании скважин могут быть два случая: 1) пескование происходит в процессе эксплуатации скважин, когда приток воды в нее является установившимся и 2) пескование при пуске скважины или увеличении ее дебита.

Рассмотрим каждый случай пескования скважин в отдельности.

Пескование в процессе эксплуатации скважины

Максимальный допустимый дебит скважины, предупреждающий вынос песка из пласта, определяется [4] по формуле:

$$Q_{\text{макс}} = F \cdot v_{\text{макс}} = 2\pi R_c b v_{\text{макс}}, \quad (1)$$

где F — площадь стенки скважины в пределах водоносного пласта;

$v_{\text{макс}}$ — максимально допустимая скорость фильтрации, при превышении которой в данных геологических условиях начинается интенсивный вынос песка;

R_c — радиус скважины;

b — мощность водоносного пласта.

Совершенно очевидно, что превышение критической скорости фильтрации воды в рассматриваемом случае вызывает интенсивный вынос песка в скважину. Ограничивать дебит скважины следует исходя из этого положения. Из формулы (1) следует также, что максимальный допустимый дебит в данном случае прямо пропорционален радиусу забоя скважины, и с увеличением последнего можно увеличить и дебит скважины. Это положение впервые высказано Б. Б. Лапуком [4].

Казалось бы, этот вопрос ясен, и практические условия в борьбе с пескованием скважины должны быть направлены к предупреждению выноса песка из пласта в скважину. Дебиты скважин следует устанавливать с учетом этого требования [6].

Однако у некоторых специалистов имеется противоположная и неверная, как мы считаем, тенденция — задача предупреждения выноса песка из пласта в скважину заменяется задачей обязательного удаления песка из скважины и прифильтровой зоны в процессе эксплуатации. Для этого экспериментальным путем определяют размеры частиц песка, выносимых водой из отдельных скважин, и скорость их падения в воде, а дебит скважин устанавливают с таким расчетом, чтобы скорость падения частиц в стволе скважины была превышена в два раза [1, 2, 3]. При такой постановке вопроса лимитируется не максимально допустимый дебит скважины, а минимально допустимый. На фонтанирующих скважинах это может привести к превышению критических скоростей фильтрации $v_{\text{макс}}$ и к еще более интенсивному выносу песка из пласта в скважину.

Подобная тенденция объясняется неправильным толкованием «таблицы Муравьева» и других источников из нефтепромысловой литературы. Действительно, в книге И. М. Муравьева и А. П. Крылова [5] на стр 757 приводится таблица для определения скорости падения в воде зерен кварцевого песка, составленная на основании экспериментальных работ различных авторов. Но эта таблица приводится в параграфе, называемом «гидравлический расчет промывки пробок». Следова-

тельно, приведенные в таблице скорости должны быть выдержаны при промывке песчаных пробок, а не при эксплуатации скважин.

Неоправданной является также ссылка О. К. Киселева на книгу В. А. Амiana [6] для обоснования необходимости создания высокой скорости подъема воды в скважине, превышающей в два раза скорость свободного опускания частиц песка максимального размера в воде. В книге В. А. Амiana (стр. 146) действительно говорится о таких скоростях с ссылкой на мнение А. Н. Адонина. Но в данном случае речь идет о начальном периоде эксплуатации скважин, когда происходит интенсивный вынос песка из пласта. Чтобы обеспечить удаление этого песка на короткое время, создают повышенные скорости потока в скважине. Это достигается не путем увеличения притока из пласта, а подкачкой воды в затрубное пространство с одновременным нагнетанием сжатого воздуха в кольцевое пространство между подъемными и воздушными трубами [6]. Получить требуемые скорости восходящего потока можно также уменьшением диаметра подъемных труб.

Более приемлемой нужно признать позицию исследователей, которые опытным путем стараются находить такие дебиты скважин, при которых вода из этих скважин не содержит песка. Это, однако, не означает, что песок не выносится из пласта в скважину. Поэтому необходимо периодически замерять глубину забоя эксплуатационных скважин и вносить необходимые коррективы в режим их работы. Периодический замер глубины забоя скважин с проведением других глубинных исследований в настоящее время — простая техническая задача, но этому, к сожалению, пока не уделяется должного внимания.

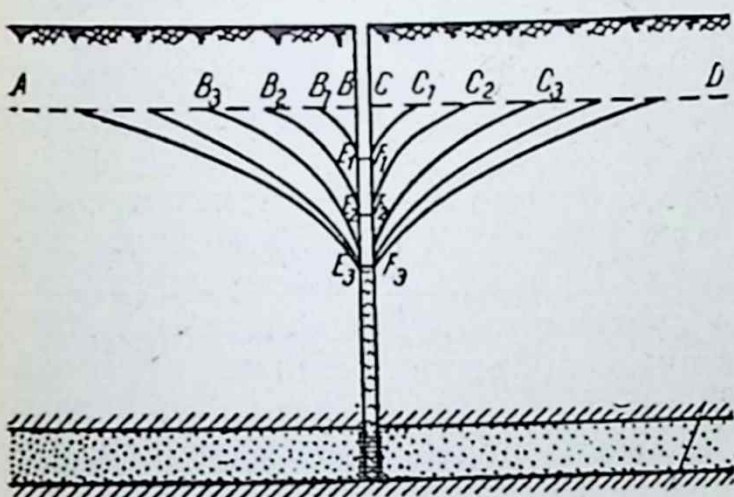
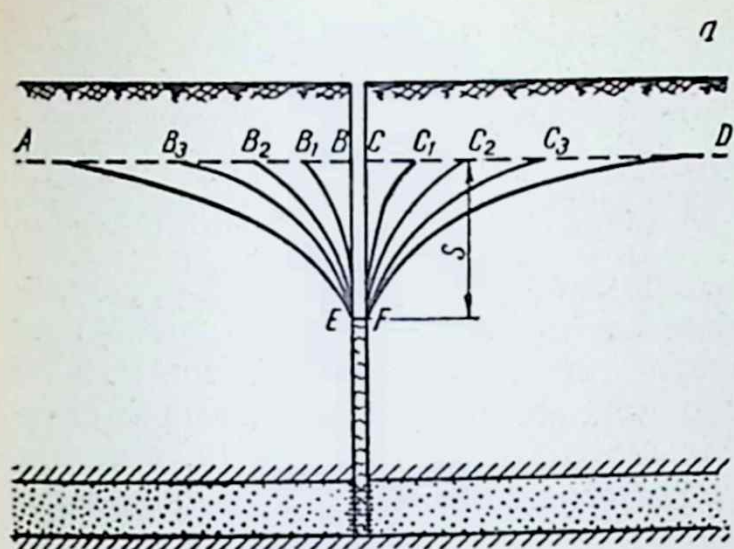
Бригады по исследованию и подземному ремонту скважин, использующие аппаратуру и опыт нефтяников, нужно создавать на всех крупных артезианских бассейнах и это экономически безусловно оправдывает себя. Так, по данным О. К. Киселева, в Терско-Кумском артезианском бассейне к 1961 г. действовало более 2000 фонтанирующих скважин и, по-видимому, немало нефонтанирующих [1]. Если учесть значительную стоимость бурения этих скважин (они пробурены на глубину до 700 м), то расходы на предлагаемые мероприятия составляют относительно небольшую сумму, а эффект будет существенным.

Пескование при пуске скважины

Наиболее интенсивное пескование скважин происходит в начальной стадии эксплуатации, после очередного пуска или увеличения дебита скважин. Теория упругого режима [7] позволяет разобраться в явлениях, происходящих при этом, и наметить соответствующие мероприятия для предупреждения пескования.

Пусть статический уровень воды в пласте изображается линией AD (рис. 1). Если тем или иным путем понизить уровень воды в скважине на постоянную величину S , то она начнет притекать из пласта в скважину и вокруг скважины образуется расширяющаяся воронка депрессии (B_1EFC_1 , B_2EFC_2 , B_3EFC_3 и т. д.) Естественно, что в начале процесса расширения депрессионной воронки дебит скважины и скорости фильтрации в пласте будут высокими.

Большие скорости фильтрации обуславливают интенсивный вынос песка из пласта. Но дебит скважины и скорости фильтрации воды постепенно уменьшаются, приближаясь к величинам, соответствующим практически установившемуся состоянию. Уменьшается и вынос песка. Причиной этого является то, что в любой точке водоносного пласта скорость фильтрации пропорциональна уклону пьезометрической по-



1

Воронки депрессии в различные моменты после ввода скважины в эксплуатацию: а — при постоянном понижении уровня AD; б — при плавном пуске скважины

7 поверхности в данной точке и в данный момент. Поскольку при постоянном понижении уровня воды (рис. 1-а) по мере расширения воронки крутизна депрессионных кривых уменьшается, то и скорости фильтрации постепенно снижаются. Одновременно с этим уменьшается дебит скважины и, что очень важно, — вынос песка из пласта в скважину.

Поэтому нельзя согласиться с мнением О. К. Киселева о роли каверн: «Начальная стадия работы трубчатого колодца сопровождается выносом песка из призабойной зоны на поверхность. Пескование продолжается до образования в призабойной зоне каверны таких размеров, при которых вынос песка водой прекращается. Образование устойчивой каверны и прекращение пескования характерны для установившегося режима пласта». Спрашивается, почему же в таком случае с пескованием имеем дело почти каждый раз после последующего пуска — остановки скважины? Выходит, «устойчивая» каверна каждый раз расширяется. Причиной прекращения пескования через некоторое время после пуска скважины является не образование устойчивых каверн, как это утверждает О. К. Киселев, а снижение скоростей фильтрации в пласте

вследствие расширения воронки депрессии.

Отсюда напрашиваются мероприятия, которые должны проводиться для предотвращения пескования при пуске скважины или изменения ее режима: пуск или регулирование режима скважин должны осуществляться плавно, с постепенным увеличением дебита и плавным формированием воронки депрессии для того, чтобы избежать высоких скоростей фильтрации воды в пласте.

На рис. 1-б показана схема воронок депрессии при плавном пуске скважин. Понижение динамического уровня в скважине в этом случае происходит постепенно: линии E_1F_1 , E_2F_2 , E_3F_3 показывают последовательные положения динамических уровней. Ввиду плавного понижения уровня пьезометрические кривые на рис. 1-б ($B_1E_1F_1C_1$, $B_2E_2F_2C_2$ и т. д.) имеют меньшую крутизну, чем соответствующие кривые на рис. 1-а. В связи с этим и скорости фильтрации в различных точках пласта в разные моменты после плавного пуска скважины будут меньшими.

Итак плавный пуск позволяет избежать высоких скоростей фильтрации, что значительно сокращает вынос песка из пласта в скважину.

Характерно, что к выводу о необходимости осуществления плавного пуска и остановки скважин пришли уже давно многие специалисты*.

Плавный пуск осуществляется различными способами, в зависимости от вида скважины. Плавный пуск фонтанирующих скважин достигается медленным открытием задвижек, подкачкой в скважину воды и газа.

Особое место в этом отношении занимают скважины, оборудованные артезианскими насосами, которые в последнее время получают широкое применение. Однако произвести плавный пуск насосов практически весьма трудно, и из-за резкого понижения уровня воды в скважине происходит вынос из пласта большого количества песка, а иногда и более крупного материала. Это отрицательно влияет на отдельные детали насоса и со временем его производительность падает. Откачиваемая вода в течение некоторого времени работы насоса непригодна для питья и, самое главное, происходящее при этом вымывание пород ставит под угрозу само существование скважины.

Для плавного пуска насосных установок, которыми оборудуются артезианские скважины на воду, необходимо создать такую конструкцию привода насосов, которая позволяет изменять число оборотов насоса в процессе работы, или же на напорной линии насоса сделать дополнительный отвод, из которого вода при пуске насоса могла бы поступать обратно в скважину.

Во втором случае задвижку главного отвода следует полностью закрыть и затем открывать ее постепенно, уменьшая одновременно количество возвращаемой в скважину воды. Продолжительность операций в каждом конкретном случае должна устанавливаться опытным путем, в зависимости от параметров скважины и производительности насосов.

При пуске насоса при закрытой задвижке на напорной линии расход насоса сначала равен нулю. С возрастанием напора уменьшается расходуемая мощность, и к.п.д. насоса снижается до нуля. По мере открытия задвижки расход постепенно увеличивается [8]. Опробование этого способа на скважине в Алазанском артезианском бассейне (Грузинская ССР) дало удовлетворительные результаты.

Л и т е р а т у р а

1. Киселев О. К. Регулирование режима самоизливающихся скважин Терско-Кумского артезианского бассейна. Журн. «Водоснабжение и санитарная техника» № 6, 1961.
2. Киселев О. К. Опыт перевода фонтанирующих скважин на регулируемую эксплуатацию. Журн. «Гидротехника и мелиорация» № 8, 1962.
3. Бабенко И. И., Зубарева Г. В. Способы регулирования забора воды из самоизливающихся скважин. Журн. «Гидротехника и мелиорация» № 4, 1962.
4. Щелкачев В. Н., Лапук Б. Б. Подземная гидравлика. Гостоптехиздат, М., 1949.
5. Муравьев И. М., Крылов А. П. Эксплуатация нефтяных месторождений. Гостоптехиздат, М., 1949.
6. Амиян В. А. Освоение, эксплуатация и ремонт фонтанных скважин. Гостоптехиздат, М., 1955.
7. Щелкачев В. Н. Разработка нефтеводоносных пластов при упругом режиме. Гостоптехиздат, М., 1959.
8. Турк В. Н. Насосы и насосные станции. Госстройиздат, М., 1961.

* Необходимость плавного изменения режима работы скважин, как правило, связана с гидравлическими ударами. Для их предотвращения рекомендуется на устье скважин устраивать гасители. Однако эти гасители могут служить действенным средством борьбы с пескованием лишь в случаях, когда пескование в какой-то мере вызвано гидравлическими ударами. В действительности же такие случаи бывают редко.



Испытания оросительной системы «Влтава-8»

626.81/85

■ ВО ВТОРОЙ половине 1965 г. была проведена большая часть заключительных испытаний одной из первых оросительных систем, построенных на севере Чехословакии, вблизи г. Терезин. В программе испытаний были предусмотрены характерные производственные условия, которые могут быть и на других оросительных системах. Результаты испытаний послужат ценным опытом для дальнейшего строительства систем.

Проект орошения массива «Влтава-8» (рис. 1) разработан Гидропроектом в Праге в 1961 г. Орошаемая площадь составляет 23880 га сельскохозяйственных угодий на левом берегу р. Лабы и правом берегу р. Огрже, при слиянии обеих рек. Вся территория расположена в свекловичном районе теплой части Чехии — она защищена от северных ветров горами, но характеризуется относительно малым количеством атмосферных осадков в течение вегетационного периода. Здесь иногда бывают засухи.

Благодаря плодородию преобладающих легких почв в северной части территории развито овощеводство (в некоторых сельскохозяйственных кооперативах под овощи занято 50% всей пахотной земли). Возделываются сахарная свекла, картофель, зерновые и кормовые культуры, хмель и др.

Для полива культур уже несколько лет используются небольшие дождевальные установки, забирающие воду из колодцев. Однако размеры орошения уже не удовлетворяют нужд сельского хозяйства.

На основе водохозяйственного баланса водотоков в Северной Чехии было намечено оросить весь массив «Влтава-8» водой р. Лабы, расход которой зарегулирован строительством каскада водохранилищ на р. Влтаве. Это значительно повлияло на техническое решение в проекте.

Отметим, что южная часть массива, наиболее интересная с производственной точки зрения, имеет площадь 1384 га и образует плоскую долину, расположенную между двумя реками.

На берегу р. Лабы вблизи с. Либотенице была построена небольшая насосная станция ($Q=370$ л/сек, $H=83$ м), полностью автоматизированная, с четырьмя одинаковыми вертикальными центробежными насосами CVAV-360, выпускаемыми фирмой

«Sigma Lutin», и двигателями мощностью 160 кВт (рис. 2). Эти двигатели сконструированы для работы при 85%-ной влажности воздуха, так как насосная станция открытого типа. Легкая крыша охраняет лишь распределительную доску автоматического управления, элементы которой укрыты в металлических шкафах. Для защиты насосов и всей трубопроводной сети от гидравлического удара служат два воздушных бака емкостью по 10 м³ каждый.

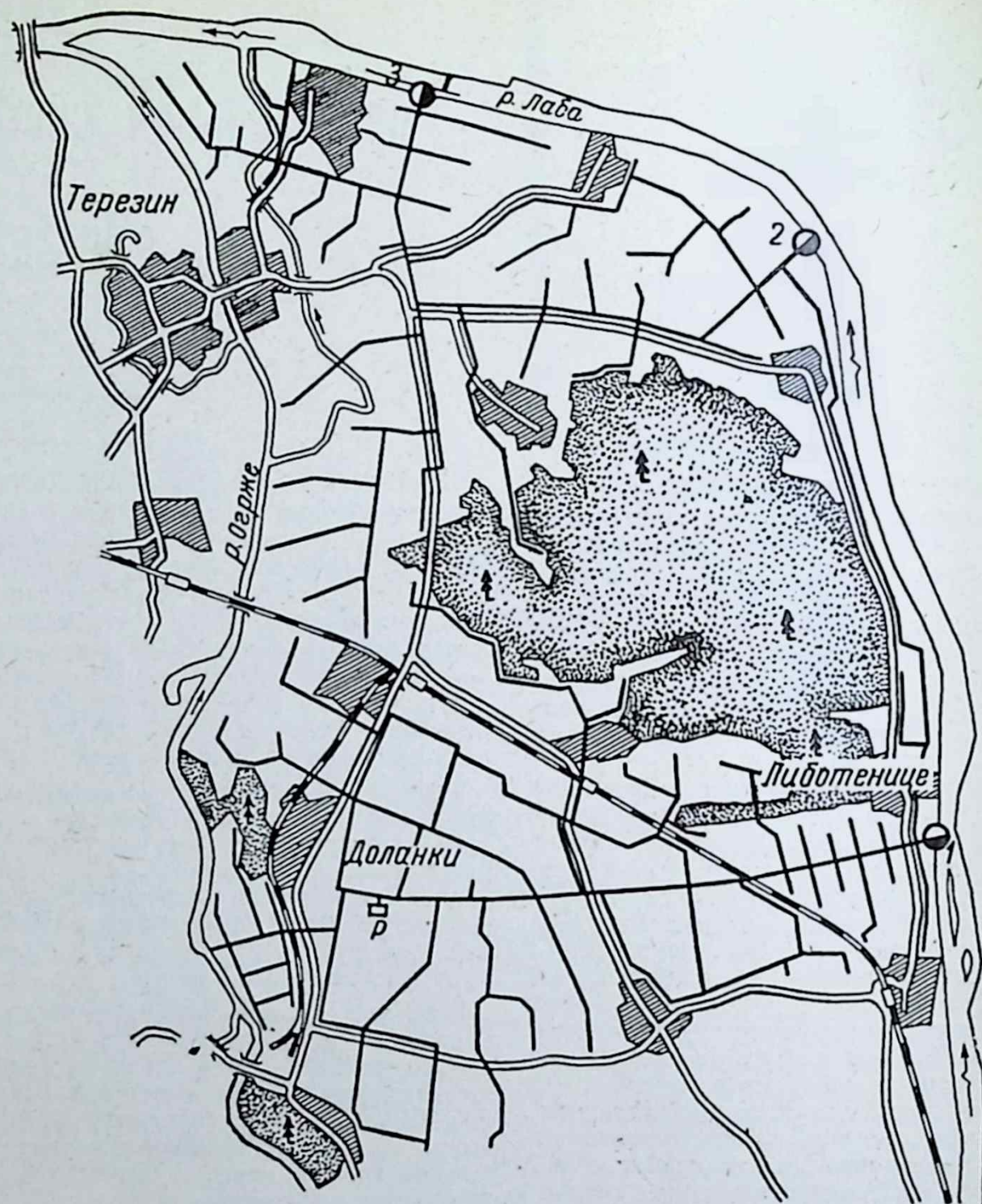
Главный напорный стальной трубопровод диаметром 600 мм и длиной 4350 м соединяет насосную станцию с аккумулярующим бассейном на холме Скала емкостью 17 тыс. м³, который обеспечивает однократный запас воды для орошения 550 га, то есть более одной трети площади орошаемого массива (рис. 3 и 4).

Регулирующий бассейн — квадратный в плане, со сторонами на дне 41,5 м и на уровне гребня — 70,6 м, откосами дамбы 1:2. На внутреннем откосе имеется берма шириной 2,4 м, разделяющая дамбу на участки высотой 2,6 и 2,8 м. Максимальная допустимая глубина воды в бассейне 5,15 м. В качестве противофильтрационного средства применена поливинилхлоридная пленка площадью 4750 м² и толщиной 0,9 мм. Пленка эта помещена между двумя слоями толя, при этом сверху толь покрыт 5-сантиметровым слоем бетона и 10-сантиметровым слоем щебня, защищающими пленку от механических повреждений.

Об уровне воды в бассейне сигнализирует передатчик МЕТРА-550 по кабелю, соединяющему его с насосной станцией. На случай выхода системы сигнализации из строя в гребне построен защитный водоспуск-быстроток.

Трубопроводы, выведенные из главного стального трубопровода и аккумулярующего бассейна, построены из асбестоцементных труб, рассчитанных на давление 10 кг/см² с диаметром от 125 до 300 мм (рис. 5). Общая длина всех трубопроводов 56 км, из них 7,9% — стальных, 6,0% — чугунных и 86,1% — асбестоцементных.

Использование в оросительной сети водохранилища позволило значительно уменьшить диаметры трубопроводов. Из общей длины трубопроводов количество их с диа-



Условные обозначения

- насосная станция
- Р-аккумулирующий водоем
- трубопровод

1 Схема подземных трубопроводов и оросительной системы «Влтава-5»

метрами 125—200 мм составляет 84%, а диаметром 300—600 мм — всего лишь 8%.

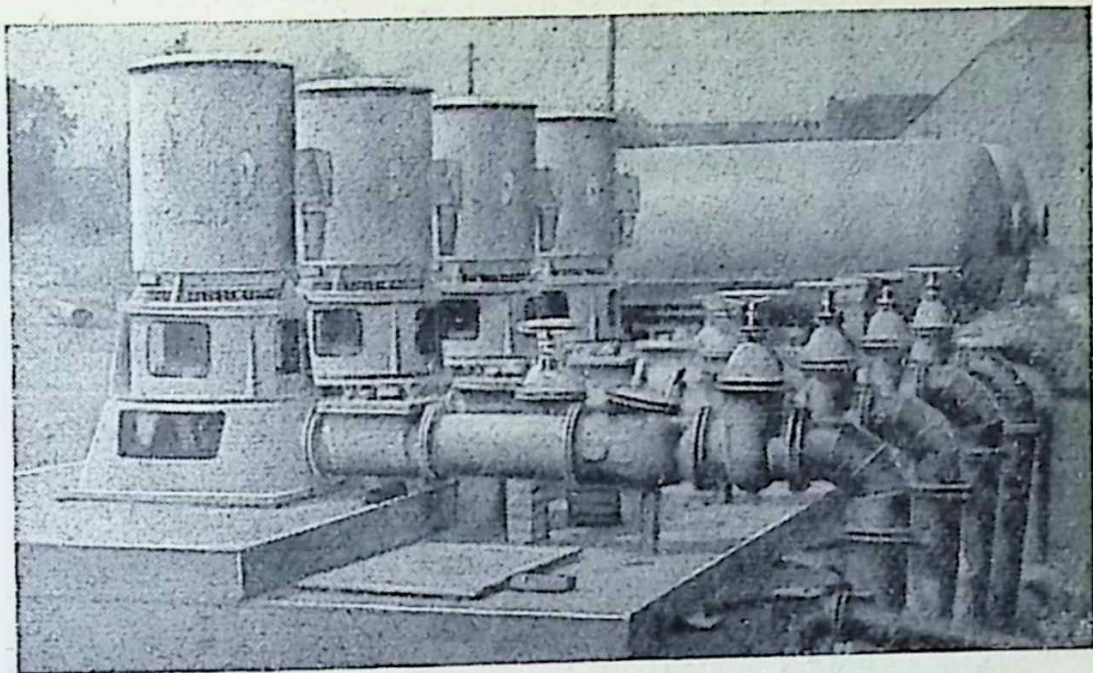
Трубопроводы соединены сваркой, фланцевыми стыками и раструбными муфтами, и в весьма многих случаях — муфтами Джибольта.

Трубопроводы запроектированы с учетом проекта землеустройства, сети полевых и шоссейных дорог и т. д. Максимальные расстояния между трубопроводами до 600 м, а на огородных участках — до 300 м. Расстояния между гидрантами 96 и 48 м — соответствуют размерам переносных быстроразборных трубопроводов с коромысловыми дождевальными аппаратами.

На оросительной системе применяются среднеструйные дождевальные аппара-

ты PUK-2 с диаметром сопла 12÷18 мм (при напоре 40 м) и короткоструйные аппараты PZ с диаметром сопла 4÷7 мм (при напоре 25—30 м). Для орошения всей площади запроектировано 36 установок, каждая из которых включает в себе 600 м переносных быстроразборных труб $d=102$ мм и по два одновременно работающих дождевальных аппарата PUK или 18 аппаратов PZ с необходимой арматурой.

Автоматическое действие системы заключается в следующем. В течение 8 ночных часов, когда электроэнергия обходится дешевле, а поливы не проводятся, насосные станции качают воду в аккумулярующий бассейн. Когда уровень воды достигает ма-



Насосная станция
Либотенице

...имума, передатчик МЕТРА-550 передает по кабелю сигнал для автоматического выключения всех насосов. Станция выключена до того момента, пока уровень воды в бассейне понизится до определенной отметки. Затем передатчик МЕТРА-550 по тому же кабелю посылает сигнал о включении мотора задвижки на главном стальном трубопроводе (в 3 км от насосной станции). Таким способом площадь, орошаемая насосной станцией, отделяется от площади, орошаемой из резервуара, и одновременно включается напорная автоматика насосной станции, причем насосы включаются и выключаются каждый в отдельности, в зависимости от понижения или повышения напора в трубопроводной сети в пределах $55,5 \div 9,0$ ат.

В течение 16 дневных часов (в период максимального потребления воды на орошение) приблизительно две трети площади массива обеспечиваются водой за счет площади ее насосной станцией и остальная треть — из бассейна. При понижении уровня воды в бассейне до минимально допустимой отметки по сигналу передатчика МЕТРА-550 открывается задвижка главного трубопровода и включаются все насосы для повторного наполнения бассейна.

В периоды меньшего водопотребления действие насосной станции днем ограничивается и максимально используется дешевая энергия ночью. В переходный период насосная станция работает только ночью, аккумулирующий бассейн обеспечивает орошение всего массива.

Регулировать работу насосной станции можно также и вручную.

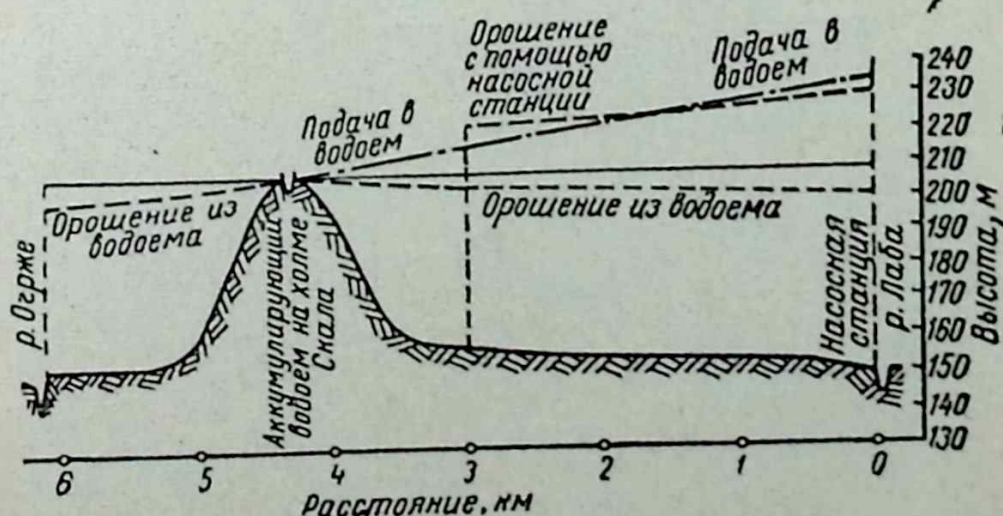
Все сооружения на системе предварительно испытаны; при этом они работали безотказно. Защита против гидравлического удара на случай перерыва в снабжении электроэнергией была испытана в августе 1965 г. Возникшие при этом напоры не превысили допустимых по проекту величин.

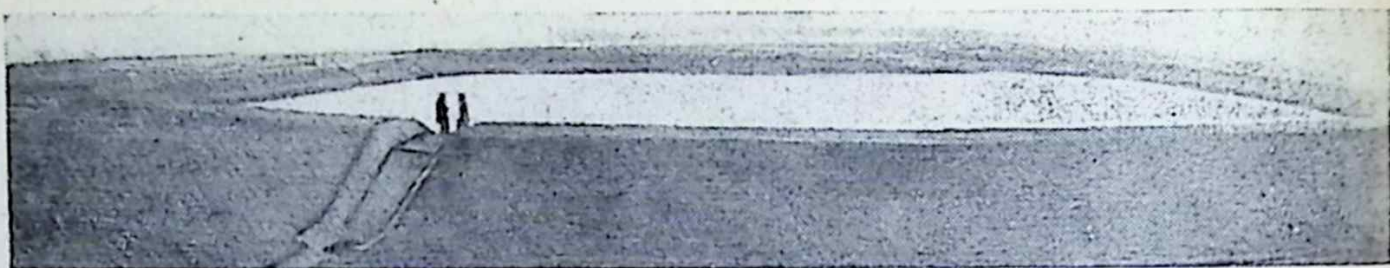
Трубопроводы испытывали во время строительства (1962—1964 гг.) по участкам длиной 200—400 м при 1,5-кратном увеличении напора в течение 30 минут. Водонепроницаемость сети при расчетном напоре измеряли два раза. В марте измерения показали уменьшение объема воды на 320 м^3 за сутки, в августе, после ремонта уплотнений деаэраторов, — $96,7 \text{ м}^3$ за 12 часов, что составляло 7,5% общего объема воды и 0,6% от расхода насосной станции ($2,2 \text{ л/сек}$).

Фактические потери напора в главном стальном трубопроводе оказались очень

3

Схематический профиль оросительной системы с характерными гидродинамическими кривыми по линии: насосная станция — главный трубопровод — водоем — река Огрже





4

Аккумулирующий бассейн на холме Скала

близкими к объемам потерь, вычисленным по формуле Маннинга, а потери в асбестоцементных трубопроводах — к вычисленным по формуле Шевелева.

В период испытаний (с 1 апреля по 1 сентября 1965 г.) в 19 случаях были обнаружены дефекты резинового уплотнения муфт Джиболта, в 8 случаях — дефекты фланцевых стыков, в 2 случаях — дефекты сварочных швов и в 7 случаях — аварии асбестоцементных труб.

Относительно большое количество дефектов в значительной мере объясняется земляными работами, которые производились для очистки отводных каналов после постройки трубопроводов.

Водонепроницаемость аккумулирующего бассейна, дно и дамбы которого были покрыты пленкой из поливинилхлорида, испытывалась в апреле 1965 г. После 67 часов работы уровень воды в нем понизился в среднем на 12 мм. Потери воды составили около 50 м³, часть из них — в результате испарения. Бассейн находится в эксплуатации уже третий год с хорошими результатами. Простота устройства противofильтрационного слоя позволяет рекомендовать его применение в аналогичных условиях.

Результаты испытаний оросительной системы в целом показали возможность одновременного орошения с помощью 14 комплектов дождевальных установок вместо 10 комплектов по проекту. Водой из бассейна можно орошать весь земельный массив, за исключением участков с самыми высокими отметками поверхности. Для орошения садов на вершине холма Скала к гидрантам трубопроводной сети присоединяют вспомогательный передвижной насосный агрегат.

Предварительная проверка автоматического управления насосной станцией показала принципиальную правильность решения и общую возможность автоматической работы станций.

Учитывая относительно короткий срок испытаний автоматического управления, пока нельзя делать окончательные выводы о всех имеющихся недостатках оросительной системы и о степени совершенства ав-



5

Укладка асбестоцементных труб в траншею

томатического действия насосной станцией. Тем не менее можно утверждать, что сельскохозяйственные кооперативы Чехословакии получили на вооружение ценное оборудование и его следует как можно лучше использовать.

Инж. ВЛАДИМИР ХОУП
(Гидропроект, г. Прага)

НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ

ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

В БОЛГАРИИ

■ ХАРАКТЕРНАЯ особенность гидро-технического строительства в Болгарии — комплексное использование водных ресурсов для орошения, производства электроэнергии, водоснабжения. Построенные 15 крупных водохранилищ с общей емкостью 5 млрд. м³, десятки средних и крупных насосных станций и другие гидромелиоративные сооружения позволили довести орошаемые площади в 1965 г. до 1,25 млн. га, что составляет 25% всех обрабатываемых земель в стране. По строительству мелиоративных объектов Болгария занимает одно из первых мест в Европе и оставила далеко позади все страны Балканского полуострова.

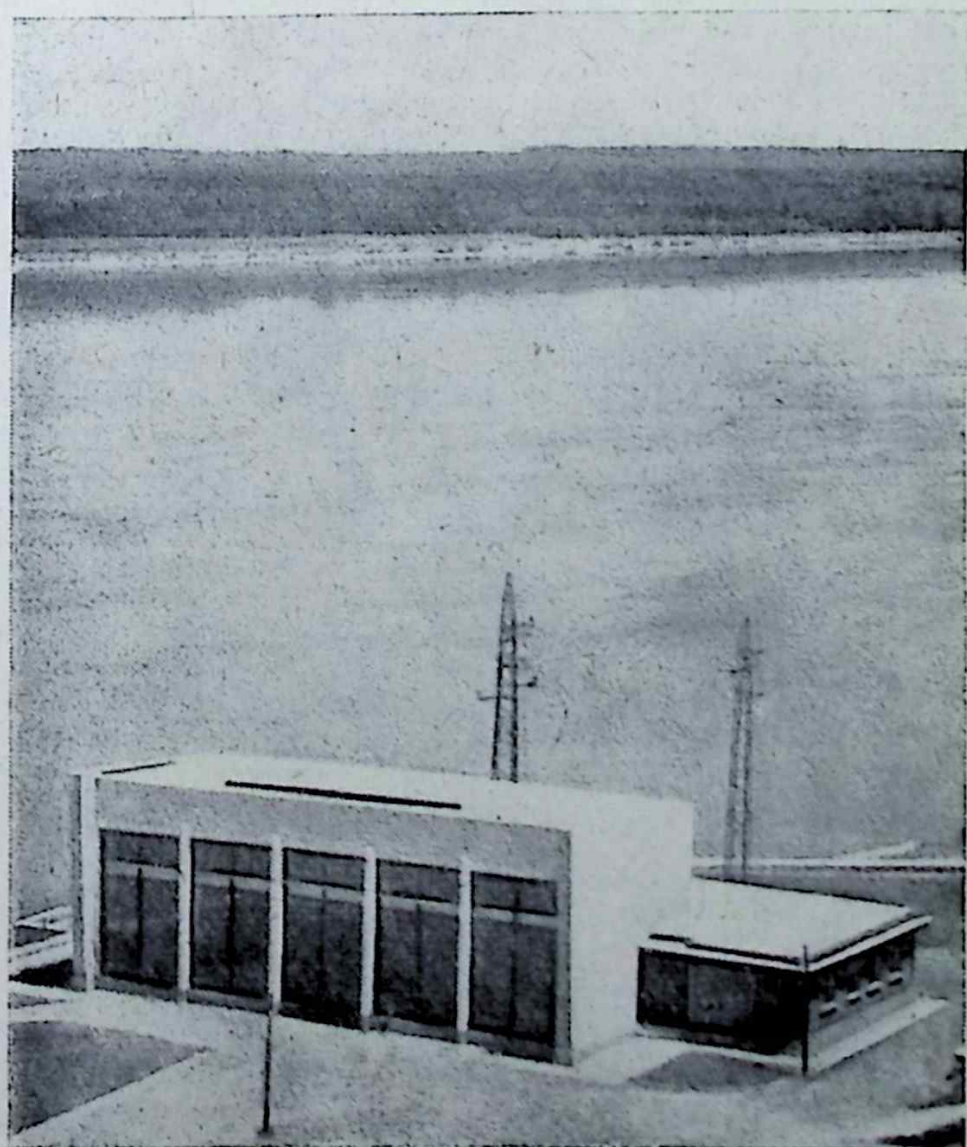
Важное место в мероприятиях по орошению в Болгарии занимает строительство средних и крупных насосных станций (рис. 1 и 2).

Около 30 насосных станций размещено на оросительных системах по р. Дунаю и его притокам (Северная Болгария) и по рекам Струме, Марице и Тундже (Южная Болгария). Они оборудованы средними и крупными одноступенчатыми центробежными насосами с двухсторонним всасыванием — серий Д₂ и Д₃.

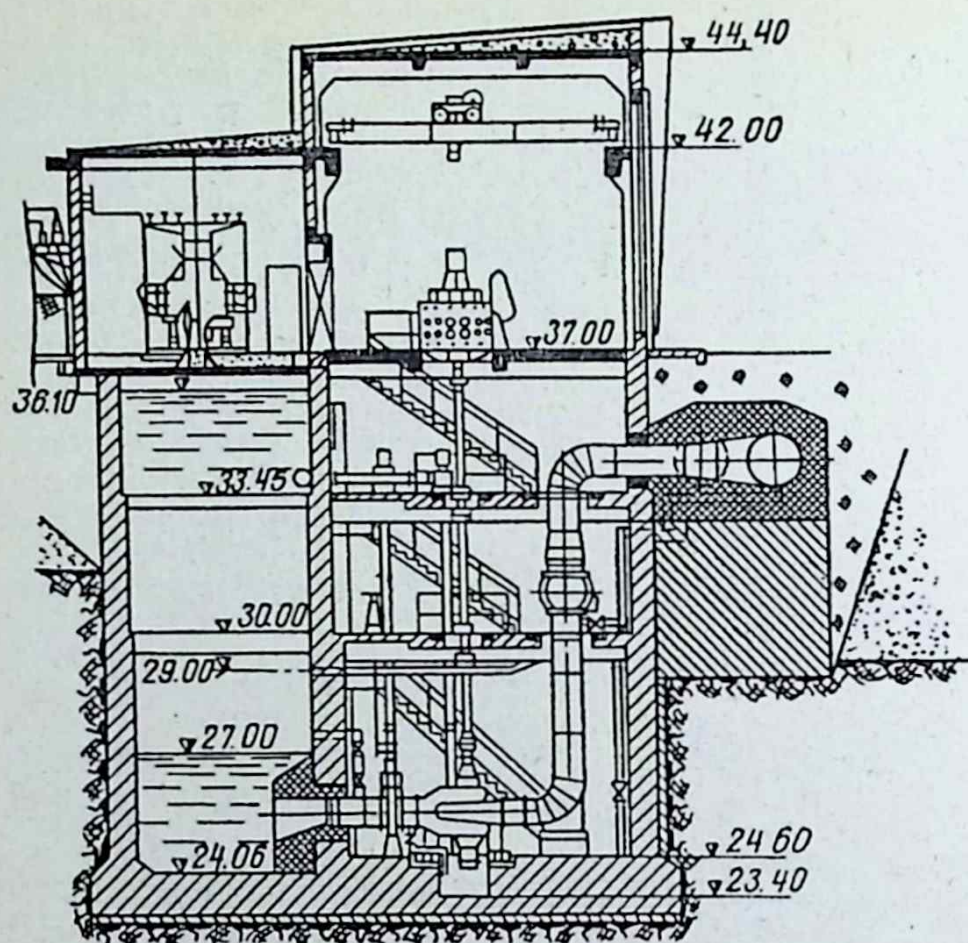
В зависимости от местных условий применяются насосные агрегаты с горизонтальным и вертикальным валом. Насосные станции с такими насосами служат для орошения площадей, лежащих на высоте 20—60 м над уровнем воды в реках. Общая мощность установок достигает 100 тыс. кВт при общем числе насосов около 120. С помощью этих станций орошается около 150 тыс. га. Как насосы, так и их арматура и электродвигатели — местного производства.

Серии Д₂ и Д₃ охватывают одноступенчатые центробежные насосы с двухсторонним всасыванием для среднего и низкого давлений. По гидравлическим и другим показателям (дебит, напор, высота всасывания, к.п.д. и число оборотов) эти насосы соответствуют советским насосам серий НДс и НДн. Так, болгарские насосы 450Д₂90 (рис. 3) по показателям идентичны советским 18НДс; насосы 500Д₂90 — советским 20НДс, 550Д₂90 — советским 22НДс и т.д.

Насосы 6 типоразмеров покрывают одно поле по дебиту от 400 до 2000 л/сек и по напору от 13,5 до 100 м вод. ст. Совпадают также основные габариты болгарских и со-



Общий вид насосной станции «Ново село 1» на р. Дунае



2

Насосная станция
«Ново село 1» (р. ре)

ветских насосов. Довольно часто применяются насосы 500Д₂90, 550Д₂90 и 600Д₂90, смонтированные на вертикальном валу для работы в условиях, когда колебания уровней рек велики. Роторы насосов вставлены в подшипники качения, но завод-производитель поставляет насосы и со скользящими, самосмазывающимися с помощью кольца, подшипниками.

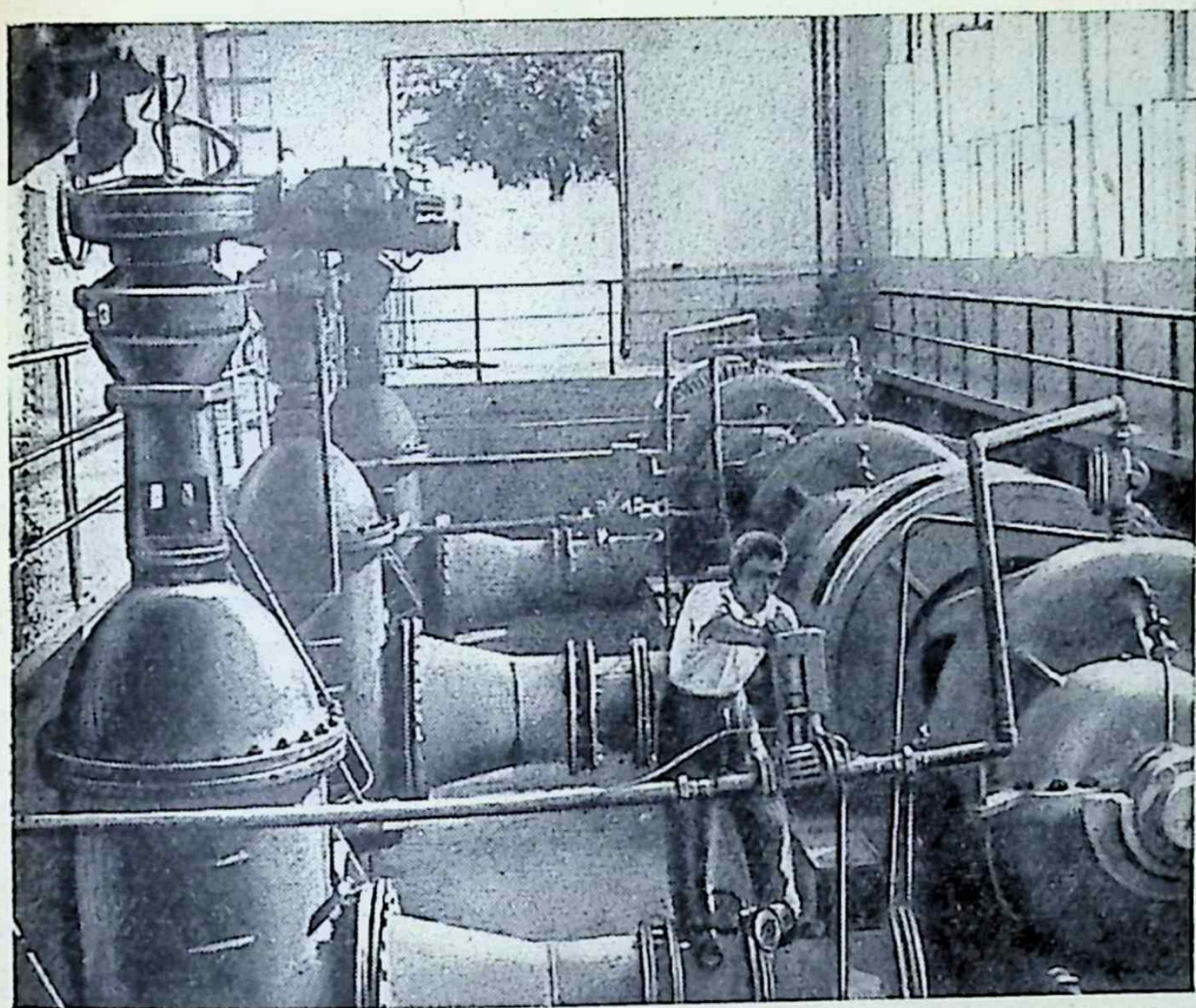
Некоторые из основных показателей насосов марок Д₂ и Д₃ приведены в таблице.

Насосы серий Д₂ и Д₃ большинства насосных станций находятся в эксплуатации уже 5—6 лет. За это время они зарекомендовали себя как конструкции, не требующие особых забот со стороны эксплуатационного персонала. Их качества позволили автоматизировать работу большей части насосных станций.

Таблица

Характеристика насосов, применяемых в водном хозяйстве Болгарии

Марка насоса	Производительность		Полный напор H , м	Число оборотов в минуту	К. п. д. насоса, %	Вес насоса кг
	м ³ /час	л/сек				
450Д ₂ 90	1980	550	34	730	91	3340
	2700	750	58	960	91	
500Д ₂ 90	2700	750	39	730	90	4050
	3420	950	71	960	91	
550Д ₂ 90	3600	1000	52	730	92	5830
	4700	1300	90	960	92	
600Д ₂ 90	5200	1445	51	600	89	8715
	6500	1800	79	750	92	
500Д ₃ 190	2500	695	17,5	730	89	2620
	3240	900	32	960	89	
600Д ₃ 190	4000	1100	16,5	585	90	4130
	5000	1400	26	720	90	



3 Насосная станция с четырьмя горизонтальными насосами 450Д₂90

станций. Управление насосными станциями на некоторых оросительных системах телемеханизировано, в том числе: пуск и остановка агрегатов на всех насосных станциях оросительной системы; сигнализация о состоянии агрегатов — в действии, выключен или аварийно выключен; сигнализация об аварийном (низком или высоком) уровне воды во всасывающей шахте каждой насосной станции; аварийная сигнализация о перегреве подшипников насосов и электродвигателей; аварийная сигнализация для защиты трансформаторов; предупредительная сигнализация об отсутствии напряжения в командных и сигнальных цепях; предупредительная сигнализация об открытии двери насосной станции; сигнализация о положении ножевых разъединителей, выключателей, клиновых задвижек, вакуум-насосных в всех электрических сооружениях; открытие и закрытие коллекторных шиберов; управление каждым шлюзом на распределительных каналах, дистанционное измерение дебита каждой насосной станции в системе.

Автоматизация насосных станций позволяет уменьшить число обслуживающего персонала на оросительных системах в 8—10 раз. Расходы по автоматизации насосных станций окупаются менее чем за 4 года. На некоторых насосных станциях, где трубопроводы коротки и реверсивные обороты насосных агрегатов не опасны для

прочности рабочего колеса, насосы монтируют без возвратных клапанов.

Электродвигатели насосов — местного производства. При мощности приблизительно до 320 кВт они поставляются для напряжения 380 в, свыше этой мощности двигатели — для напряжения 6000 в. Почти во всех насосных станциях двигатели асинхронные, с коротко замкнутым ротором.

В настоящее время начато строительство крупной насосной станции на р. Дунае. На этой станции будут установлены 4 вертикальных насосных агрегата с дебитом 5500 л/сек каждый при напоре 94,2 м вод. ст. Одноступенчатые насосы для этих агрегатов уже находятся в процессе производства. К 1970 г. вступит в эксплуатацию еще более мощная насосная станция на р. Дунае.

Развитие мелиоративного строительства и рост потребности в насосах и арматуре ставят перед промышленностью страны новую задачу.

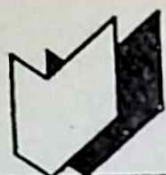
Намеченная программа водохозяйственного строительства предусматривает существенное расширение номенклатуры насосов для орошения и осушения.

Наряду с производством насосов будет расширена номенклатура арматуры, необходимой для правильной работы и автоматизации насосных станций.

Инж. В. КОНСТАНТИНОВ

Инж. СЛ. ПОПОВ

(Болгарская Народная Республика)



Новый способ орошения. (Журн. «Farm Journal» № 89, 1965).

На экспериментальной станции в Небраске (США) разработана новая система орошения. Каждый участок (терраса) имеет ширину около 30,4 м и отделяется от соседнего валиком. В верхней части террасы расположена подземная бетонная труба $d=305$ мм с гидрантом. Участки планируют под уклон 0,05% при длине участка 90—180 м и 0,02% при длине до 300 м. На поверхности укладывают переносную трубу $d=200$ мм с ответвлениями для распределения воды по участку. При посеве люцерны полив производят прямо из гидранта. Система позволяет подавать на поле большое количество воды без опасности размыва почвы, а также хорошо распределять ее по ширине участка. При этом уменьшаются потери воды на сброс на нижнем конце участка и потери на фильтрацию в верхней его части. Быстрый полив (за 3 часа) с подачей 75—100 мм воды уменьшает потери на испарение.

ВИНТИСХ, 1965.

Р. С. Нельсон. Новый прибор для определения влажности почвы. (Журн. «Instruments and Control System» № 37, 1964).

Фирма «Брубейкер Электроникс Инк» (США) выпускает переносный прибор для определения влажности почвы, измеряющий диэлектрическую постоянную, величина которой зависит от содержания влаги в почве. Перед употреблением прибор требуется предварительно прокалибровать. Зонды помещают в почву стационарно, примерно по одному на акр. Для определения влажности почвы применяется один переносный прибор.

ВИНТИСХ, 1965.

Я. Смицек. Влияние платы за воду на водопользование. (Журн. «Vodni hospodarstvi» № 15, 1965).

Для предприятий социалистического сектора ЧССР осуществлено повышение платы за воду с целью упорядочения водопользования в стране. Анализ статистических данных (1962—1964) показал уменьшение темпов роста водозабора из коммунального водопровода. Однако на указанное уменьшение сказалось также и снижение темпов роста производства на предприятиях — потребителях воды. Так, ежегодный рост потребляемой воды для пе-

риодов 1961—1960, 1962—1961, 1963—1962 и 1964—1963 гг. составил соответственно 11,0; 4,7; 2,3 и 4,8%, а показатель промышленного производства (если 1948 г. принять за 100) в 1961 г. составил 587% в 1962 г. — 629% и в 1963 г. — 630%.

ВИНТИСХ, 1965.

К. Фальб, Ф. Фейхтингер. Опыт дренажа в Гросхофлайне. (Журн. «Oesterreichische Wasserwirtschaft» № 17, 1965).

Сообщаются результаты исследования работы пластмассового и гончарного дренажа, построенного на опытном участке в Гросхофлайне (Австрия) в 1963 г. Площадь пластмассового дренажа 3,71 га, гончарного — 4,41 га. Диаметры труб соответственно 6 см и 8 см. Уклон дренажа 2‰. Дренаж заложен в торфянике, подстилаемом глинами. Заболачивание от атмосферных осадков. Приведен фактический материал по механическому составу и агрохимическим свойствам грунтов, распределение осадков и дренажный сток. Действие того и другого дренажа оценивалось по величинам дренажного стока. Установлено, что сток в условиях атмосферного питания в основном зависел не от материала труб, а от фильтрующей способности засыпки дренажных траншей.

ВИНТИСХ, 1965.

Пресная вода из моря. (Журн. «Die Technik» № 1, 1965).

По новому методу, разработанному Харвенсом (США), морская вода под давлением 56 кг/см² в первой ступени и 35 кг/см² во второй пропускается через пористые стекловолоконные трубы, покрытые модифицированной ацетатцеллюлозной пленкой, задерживающей растворенные в морской воде соли. Трубы изготовлены из стекловолоконного шелка. Они легки, прочны, долговечны и устойчивы против коррозии. Пленка из ацетатцеллюлозы, модифицированная с перхлоратом магнезии и ацетатом, работает минимум полгода. Установка состоит из 100 труб длиной 2,4 м каждая и внутренним диаметром 13 мм. Она может давать от 45 л/сут до расхода, необходимого для водоснабжения целого города. Расход энергии 20 квт·ч на 4500 л пресной воды. При двухступенчатом опреснении получается вода, содержащая около 2000 мг/л твердых веществ, а затем около 200 мг/л.

ВИНТИСХ, 1965.

Памяти

профессора

П. И. Шипенко

(1898—1965)

■ 30 ДЕКАБРЯ 1965 г. после продолжительной и тяжелой болезни скончался заведующий кафедрой «Гидротехнические сооружения» Московского гидромелиоративного института им. Вильямса, доктор технических наук, профессор Петр Иванович Шипенко.

П. И. Шипенко родился в 1898 году в семье крестьянина Волчанского уезда, Харьковской губернии. Сначала учился в девятиклассном училище, а позднее — в Волчанском реальном училище, по окончании которого в 1917 году поступил на инженерно-агрономический факультет Петровского (ныне Тимирязевской) сельскохозяйственной академии. С 1918 года по 1921 год находился в рядах Красной Армии.

С 1925 г., по окончании академии, Петр Иванович работал в Управлении водного хозяйства Узбекской ССР начальником изыскательно-исследовательских отрядов и заместителем начальника проектного отдела. Под его руководством был разработан ряд крупных проектов по ирригационному строительству: переустройство сети Шахрудского оазиса на площади в 1000 тыс. га, проект Нарпайской оросительной системы на площади 50 тыс. га, ошлюбование канала Пай и др. Одновременно преподавал в учебных заведениях г. Самарканда, Узбекской ССР.

В период 1931—1941 гг. П. И. Шипенко работал старшим научным сотрудником во Всесоюзном научно-исследовательском институте гидротехники и мелиорации, вел дипломное проектирование в Московском гидромелиоративном институте и затем был доцентом кафедры гидросооружений в том же институте.

В 1935 г. без защиты диссертации ему была присвоена ученая степень кандидата технических наук, а в 1939 г. — звание до-



цента. В 1948 г. после защиты докторской диссертации П. И. Шипенко была присвоена ученая степень доктора технических наук, а в 1949 г. — звание профессора. В 1947—1949 гг. он заведывал кафедрой гидросооружений во Всесоюзном с.-х. институте заочного образования.

В 1949 г. Петр Иванович был откомандирован в Литовскую с.-х. академию (г. Каунас), где с 15 апреля 1949 г. по 25 августа 1957 г. заведывал кафедрой гидросооружений и в 1950—1951 гг. был деканом гидромелиоративного факультета. В эти годы П. И. Шипенко создал лабораторию гидросооружений и гидравлики. Под его руководством была запроектирована и построена гЭС на р. Немане.

С 1957 по 1962 г. Петр Иванович работал профессором кафедры гидросооружений Московского гидромелиоративного института им. Вильямса, а в феврале 1962 г. он был утвержден в должности заведующего этой кафедрой.

В 1953 г. Петр Иванович был награжден орденом Трудового Красного Знамени и в 1956 г. — медалью им. Мичурина. За время научной деятельности им было опубликовано 35 научных работ.

Петр Иванович Шипенко отличался большой скромностью, простотой, отзывчивостью и вниманием ко всем сотрудникам, работающим с ним.

МГМИ
ВНИИГМ

СОДЕРЖАНИЕ

Смирнов Н. И. Особенности мелиораций переувлажненных земель в нечерноземной зоне СССР	1
Гребенкин В. Г. О затоплении земель при образовании водохранилищ гЭС	16
Дао Хыонг. Определение водопотребления риса	22
Тюрин Л. П. Опыт строительства закрытого дренажа в плавунках	29
Ашурматов З. А. Временные гидротехнические сооружения на сильнопросадочных грунтах	32
Климко А. И., Пассинский В. М. О перфорации пластмассовых дренажных труб	35
Костюков М. И. Экономическая эффективность обводнения пастбищ в Казахской ССР	41
Блажков В. И. Из практики вращательного бурения на воду	46
Надарейшвили А. В. О борьбе с пескованием артезианских скважин	50

ЗА РУБЕЖОМ

Хоур Владимир. Испытания оросительной системы «Влтава-8»	55
Константинов В., Попов Сл. Насосные станции для орошения в Болгарии	59

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Из зарубежной литературы	62
Памяти профессора П. И. Шипенко	63

CONTENTS

N. I. Smirnov. Some peculiarities of reclamation of boggy lands in non-chernozem zone of the USSR	1
V. G. Grebenkin. Land inundation when creating hydropower reservoirs	16
Dao Hyong. Determination of rice water consumption	22
L. P. Tyurin. Some experience on construction of buried drainage on quicksand	29
Z. A. Ashurmatov. Temporary hydraulic structures on highly-settling soils	32
A. I. Klimko, V. M. Passinsky. About perforation of plastic drainage pipes	35
M. I. Kostyukov. Economic feasibility of pasture water supply in Kazakh SSR	41
V. I. Blazhkov. From practice of rotary boring for obtaining water	46
A. V. Nadareishvily. Sanding control of artesian holes	50

ABROAD

Chour Vladimir. Testing of „Vltava-8“ irrigation system	55
V. Konstantinov, Sl. Popov. Irrigation pumping stations in Bulgaria	59

CRITICS AND BIBLIOGRAPHY

From foreign literature	62
In memory of prof. P. I. Shipenko	63

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. И. ШКЛЯРЕВСКИЙ (главный редактор), проф. И. И. АГРОСКИН, акад. А. Н. АСКОЧЕНСКИЙ, В. Д. БЕРДЫШЕВ (зам. главного редактора), И. И. БУДАРИН, С. А. ГИРШКАН, К. С. ҚОРНЕВ, акад. В. В. ПОСЛАВСКИЙ, член-корр. ВАСХНИЛ А. М. ЦАРЕВСКИЙ, К. К. ШУБЛАДЗЕ.

Адрес редакции: Москва К-6, ул. Горького, д. 32, комн. 212, тел. Б 6-59-11

Художественно-технический редактор Н. А. Шуберт

Т02375	Подписано к печати 23/II — 66 г.	Формат бумаги 70 × 108 ¹ / ₁₆	Бум. л. 2
Печ. л. 4 (5,60)	Учетн. изд. 5,12	Тираж 10 000 экз.	Цена 40 коп.

Московская типография № 13 Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР. Москва, ул. Баумана, Денисовский пер., д. 30.

продол-
жается
подписка
на журнал

ГИДРОТЕХНИКА И МЕЛИОРАЦИЯ



Подписка принимается в отделениях
связи и пунктах подписки «Союзпе-
чать» с любого месяца

продает колхозам и совхозам

61
Б. ЧЕРКИЗОВСКАЯ
Д. 4 кв. 57
ШУССОВЕР Л. М.
2 1.12 ГИДР МЛ

двухконсольные дождевальные
агрегаты

ДДА-100М



Агрегатом ДДА-100М
орошается за сезон
100—120 га.
Расход воды 100 л/сек
при напоре 2,6 ат. Ин-
тенсивность дождя до
2,2 мм/мин. Ширина по-
лосы орошения 120 м.

ДДН-45

навесные дальнеструйные
дождеватели

Сезонная производ-
тельность машины
ДДН-45—40 га. Расход
воды при напоре
5,5 ат — 33 л/сек. Сред-
няя интенсивность до-
ждя 0,18 мм/мин. Даль-
ность полета струи 60 м.

